Rec. in d. Hall. Allg. Lit. Zeit. 1808. Band I. Num. 18. (Montags, den 18 Januar.) p. 137 — 144.

——— Salzburg. Medicinisch-chirurgischer Zeitung. 1808. B. II. No. 36. (den 5 May 1808.) S. 162 — 174.

Phys. G. Ritter
377 (1

<36612652230015 S

<36612652230015

Bayer. Staatsbibliothek

F, E

Phys. 8° 377

m

R

In dies. Ex. ist im Druck mehrfach
von Ritter selbst corrigirt; wäre also
wol zu behalten

Physisch - Chemische

Abhandlungen

in

chronologischer Folge

von

J. W. Ritter.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

Ritter.

Erster Band.

Mit Kupfern.

Leipzig,
bey C. H. Reclam.
1806.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Der

Königlich - Baierischen

Akademie der Wissenschaften

zu München.

Königliche

Akademie der Wissenschaften!

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Dreyerley bestimmt mich, das Werk, von welchem gegenwärtiger Band der erste ist, Ihnen vor Allen zu überreichen.

Erstens: daſs ich das Gesetz erfülle, nach welchem auch mir, als jüngst mit Ihnen erst Vereintem, ein Bericht an Sie obliegt von dem, was ich bisher der Wissenschaft zu nützen suchte; — denn was in dieses Werkes nächsten Bänden folgt, ist in der That nur die, auf jenen Anlaſs abgefaſste, und von den nöthigen Belegen begleitete, Geschichte desselben.

Zweytens: kann ich — daſs der Ausdruck mir vergönnt sey — des Bewuſstseyns wohl mich freuen, von je-

her meine geringen Kräfte, doch unverrückt dem Einen Selben Ziele zugewandt zu haben, und zwar dem nämlichen, nach welchem auch, verbunden mit Ihnen, dieselben einzig nur gerichtet bleiben können. Nicht erst seit gestern also betrat ich den Weg, den jetzt in Ihrer Gesellschaft fortzuwandeln mir so gut geworden ist. Auch ohne obiges Gesetz demnach hätte ich es über mir gehabt, die gegenwärtigen vorgerückteren Schritte mit den vorhergegangenen früheren in diejenige engere Verbindung zu sezzen, aus welcher ohne Zweifel die jetzigen erst auch Ihnen zu dem werden können, was, mir zu seyn, ich

ihnen möglichst zu erhalten, immer suchen werde.

Drittens: soll das gegenwärtige Werk die Geschichte meines wissenschaftlichen Thuns und Lassens nicht bloſs bis auf die Zeit enthalten, von welcher an ich diejenigen Documente desselben, die mir dazu die vorzüglichsten scheinen werden, in Ihre Hände niederzulegen habe; — es soll sie überhaupt fortsetzen. Es wird somit zu jeder Zeit enthalten, was ich auch, auſser jenen Hauptbeschäftigungen, durch Hülfs- und Nebenstudium gewann und zu gewinnen suchte. Denn innerlich mit jenen ohnehin schon Eins, wünschte ich frey-

lich, auch äufserlich Beyden diese Einheit zu versichern, und kein schöneres Mittel böte sich mir dar hierzu, als Sie zu ersuchen, ihr Behüter zu seyn.

Möge die Art, auf welche ich dies thue, — auf welche ich diesmal überhaupt einem besondern Zweige meiner Pflicht nachkommen wollte, — Ihres Beyfalls würdig seyn, und ganz von Ihnen für das angesehen werden können, für was es zu nehmen mein eignes Verhältnifs zu Ihnen mir das volle Recht giebt.

Ritter.

Vorerinnerung.

Was ich, auch dem Publikum, in diesem Werke zunächst vorlegen werde, ist ihm zum Theile schon bekannt gewesen. Ein andrer nahe eben so grofser Theil hingegen, so genau er auch mit jenem zusammenhängt, erscheint hier zum ersten Mal im Druck. Beyde vereint, begreifen dann so ziemlich Alles, was ich bis hieher in einzelnen, nicht in besonders herausgegebenen Schriften enthaltenen, Aufsätzen abgehandelt habe. Denn auch der noch nicht gedruckte Theil derselben ist nicht erst jetzt verfertigt worden, sondern allemal Zeit vor Zeit zu der, die sein Ort in der Reihe des Ganzen von selbst angiebt.

Eine solche Sammlung aller meiner kleinern Arbeiten in Einem Werke ist vom Publikum längst gewünscht worden, obgleich

es meistens nur die in den verschiedenen Journalen zerstreuten meinen konnte. Denn jene Journale in der, zur Kenntniſs aller dieser, nöthigen Ausbreitung zu besitzen, oder sich anzuschaffen, kann nicht die Sache eines Jeden seyn, und am seltensten wohl dessen, der so eben erst eintritt in die Wissenschaft. Auch war es, hiervon abgesehen, schon an sich bequem, nicht was für viele Bände erst durchlaufen zu müssen, um das am Ende nur so Getrennte einigermaſsen in den Zusammenhang zu bringen, der, obgleich immer zum Grunde liegend, nicht allemal so sichtbar war, daſs man ihn ohne Weiteres hätte ahnen können; womit denn, was ich jetzt bewirken will, oft ganz verloren ging, oder, wenn ja, doch nur mit einer Mühe, zu der die Aufforderung meist noch fehlte, zu erhalten war.

Ich wiederhole hier bloſs, was man mir selbst nicht wenige Male nur gesagt, und hätte ich diese Aufmerksamkeit des Publikums, deren Art und Grad noch immer meine Erwartung übertraf, — als welcher Maaſs von jeher nur das sehr zur Mäſsigung verwiesene, oft ganz zurükgehaltene, Gefühl meines Verdienstes um dasselbe war, — von Anfang an voraussetzen können oder dürfen, so würde ich mich vielleicht nicht in jene Versplitterung dessen, was meist weit billiger ein Ganzes hätte bilden sollen, eingelassen haben.

Aber es war doch noch ein Grund vorhanden, mir sie nichts desto weniger gefallen zu lassen. Ihn anzudeuten, wird folgende Stelle, die ich neulich wo las, besonders geschickt seyn, und gern mag man, davon auf mich zu beziehen, was man will, die Befugniſs haben, sobald man mir dagegen nur erlaubt, in diesen Theil bloſs einzustimmen, des Redestehens für das Übrige aber, was ich, des Zusammenhanges wegen, nicht umgehen kann, mich gewiſs entübrigt.

(Man wird bemerken, daſs der Verfasser im Namen der physikalischen Schriftsteller überhaupt zu sprechen sucht.)

„Um unsern Arbeiten“ — sagt derselbe — „allen den Erfolg und Nutzen zu geben, den die Welt, die ihre Augen auf uns richtet, davon fordert und erwartet, ist es beinahe unumgänglich nöthig, uns mit dem jedesmaligen neuesten Zustande der Dinge in innigster Vertraulichkeit zu erhalten. Denn nicht allein, (was das Wenigste wäre), vermeiden wir auf diese Art Wiederholungen, die nachmals ihre Kosten kaum gelohnt haben würden, sondern, (was viel wichtiger ist), wir sind im Stande, unsere Arbeiten denen unserer Zeitgenossen anzuschlieſsen, sie damit in das Interesse für die unsrigen hineinzuziehen, ihnen die Stimme über uns zu erleichtern, so wie die unsrige über sie ihnen verständlich bleiben muſs; kurz: so

allein sind wir vermögend, mit der übrigen naturforschenden Welt ein wahres und gedeihendes Ganzes zu bilden."

„Die Zeit für die Naturwissenschaft scheint vorbey, wo jede Wahrheit, welchen Ranges sie auch sey, und aus welcher Entfernung sie dem Publikum dargebracht werde, doch immer deſshalb schon anerkannt, und mit lebendiger Kraft dem Ganzen assimilirt würde, dieweil sie eben Wahrheit ist. Diese Erkennungs- und Verknüpfungsgabe setzt bey weitem mehr voraus, als gegenwärtig, im Allgemeinen, noch zu finden ist, und vielleicht ist jene Zeit nie da gewesen, — wenigstens ging sie gerade in demselben Verhältniſs vorüber, in welchem die Wissenschaft sich extensiv erweiterte. Es sind die Leidenschaften der Menschen, denen sie seit geraumer Zeit fast Alles verdankt; ihnen muſs man huldigen, wenn man sich mehr davon versprechen will. Die geringste Gabe muſs der gröſsten gleich genommen werden, keine darf man ohne Rücksicht lassen; so nur darf man mit Grunde hoffen, den glimmenden Funken zur Flamme anzufachen. Auch ist es fast einerley, wie die Wissenschaft zu Stande kommt, wenn sie nur zu Stande kommt, — vollends, wenn es eben so gut möglich wäre, daſs Leidenschaften nur insofern als solche erschienen, als sie müssig gelassene Triebe der Natur sind, die, beschäf-

tigt wie sie es erfordern, jenen Namen ganz verlieren, und zum Edelsten und Achtungswürdigsten im Menschen werden, also auch vor dieser Veredelung noch, ihrer fähig zu halten und darauf zu behandeln sind. Die vorzüglichste Regel jedoch, die sich aus dem Vorigen allemal ergiebt, ist, nicht durch Sprünge wirken zu wollen, sondern auch hier der Natur treu zu bleiben, die alles Spätere strenge Folge des Früheren seyn, und, wie die Zukunft immer aus der Gegenwart, so auch die Frucht nur aus der Blüthe, und nie vor ihr, erscheinen läſst."

„Ich führte die Nothwendigkeit für uns an, mit der Gegenwart vertraut zu seyn, und hielt mich lange bey den Gründen auf. Aus den nämlichen Gründen aber ist noch etwas Anderes gefolgt, die Art nämlich, auf welche bisher, und vornehmlich in den letzten Zeiten, die Naturwissenschaften und ihre Fortschritte, besonders die Physik und Chemie, zur Kenntniſs des Publikums gebracht worden sind. Journale sind es, in die diese Wissenschaften sich ergossen haben, und in denen fast allein sie leben. Die Neugierde hat sie erzeugt; denn es ist schön, gewiſs zu seyn, alle Monat regelmäſsig etwas Neues zu erfahren. Die Eigenliebe hilft sie unterhalten; denn es ist nicht minder schön, zu wissen, was man heute fand, in dreyſsig Tagen sey es durch die ganze Welt

verbreitet, ja — man entdeckt deshalb sogar. — Doch beydes sey von neuem einerley, zumal, wenn es zur Zeit die wirklich einzig mögliche Art nur wäre; die Wahrheit ist: daſs, um sich Schritt vor Schritt mit unsern Wissenschaften, ihrem jedesmaligen Zustande nach, in thätiger Verbindung zu erhalten, Rücksicht auf die Journale, welche sie enthalten, zur unentbehrlichen Sache wird.“ —

Sehr oft, nur zu oft also, wird man wahrgenommen haben, wie auch ich mich dieser Nothwendigkeit fügen, und ihre Gründe eingestehen muſste. Ja über letztere hinaus noch war ich gezwungen, ihr zu folgen. Das Werk, in welchem ich fünf Jahre lang am ernstesten und ausführlichsten zu seyn mir vornahm, meine Beyträge, selbst diese sollten sich der Form eines Journals bequemen, und gern gestehe ich, daſs dieser Druck und seine unvermeidlichen, dem Zwecke des Ganzen so ganz widerstrebenden Folgen, beynahe einzig die Ursache waren, daſs weder der Versuch an sich gelang, noch überhaupt ich später, bis mit den letzten Stücken die Form wieder gleichgültig wurde, dem Werke mit der Liebe anhing, mit der ich es begann, und die ihm wohl geblieben seyn sollte. Nicht wenig oft hat mich die Nachsicht beschämt, mit der das Publikum mich dennoch zu beehren pfleg-

te, und lange werde ich noch Ursach haben, mich ihm dagegen dankbar zu erweisen.

So freue ich mich denn, jetzt die Gelegenheit bekommen zu haben, diesen wie jene andern von der Zeit mir abgedrungenen Fehler einigermaſsen wieder gut machen zu können, und man wird mein Bemühen nicht verkennen, dies im mir immer möglichsten Grade zu thun. Ich habe schon gesagt, wie, was ich gegenwärtig erfülle, ein längst gehegter Wunsch Vieler war. Denn, daſs, was ihnen und mir die Beyträge anfangs wirklich schienen, nicht fortbestand, und aus den angeführten Gründen auch nicht fortbestehen konnte, war ihrer Bemerkung nicht entgangen; ein flüchtiger allgemeiner Überblick derselben verräth die Absicht eben so treu, als ihr bald folgendes Misgelingen. Die Integrität, für deren Freund ich mich wohl im Beweis schon erklärt haben mochte, war verletzt; daſs ich nicht von ihr abgelassen hätte, muſste man, nach Einsicht eines solchen Bekenntnisses, ebenfalls glauben; der integrirende Theil war also anderswo zu suchen. Wie aber in seiner Zerstückung ihn zusammenfassen? — Wie den ergriffnen, selbst als Theil noch unvollständigen, dem vorhandenen ersten glücklich anzupassen? — Dies war nur eine streng chronologisch geordnete Folge, in die auch das noch Ungedruckte aufgenommen, und dieses, wie das wirklich schon Gedruckte, beständig dem

als besondere Schrift, oder in solcher, Erschienenen (hier dazu nur dem Titel nach Anzuführenden), der Zeit seiner Ausarbeitung gemäfs, vor- oder nachgesetzt würde, zu vermitteln im Stande; — und eine solche ist es, welche ich im gegenwärtigen Werke zu befolgen vorzüglich den Vorsatz hatte. So wird der Nachtheil, der dem Leser und mir, vor allem aber der Wissenschaft, aus den oben genannten nicht zu vermeidenden Übeln entsprang, so gut gehoben seyn, als das die Umstände zur Zeit nur immer zu erlauben vermochten. Zugleich wird man auf diese Weise eine literarische Selbstbiographie erhalten, und in dieser ihre Vollständigkeit vornehmlich ist es, dafs ich das Ganze, was auf jene Art entstehen sollte, setze, und in welche es von Allen gesetzt werden wird, welche wissen, dafs, wie die Wissenschaft, so auch das Leben, vollends, wo sie eins seyn sollen, wie hier, nun aus seiner Geschichte ent- und in ihr besteht.

Auch treu bin ich in seiner Vorführung gewesen, und mufste es, sobald nur überhaupt von einer Geschichte desselben die Rede seyn sollte. Ich habe nirgends Zeit vermengt, d. i., ich habe nirgends Noten aus einer späteren, am wenigsten aus der jetzigen, beygefügt; ich habe nichts, und selbst von dem nicht, abgeändert oder weggelassen, was offenbar ein Irrthum ist, oder einer doch

scheint. Bey den noch ungedruckten Abhandlungen wäre mir dies besonders leicht gewesen, aber auch sie habe ich vollkommen gelassen, wie sie waren, wozu die Belege sich wohl in ihnen selbst bestimmt genug vorfinden werden. Bey solchem guten Willen, als der meinige, geirrt zu haben, dies zu gestehen, werde ich nie scheuen, ja sein unverholenes Geständnifs wird sogar zur Pflicht, wenn, wie in Erfahrungswissenschaften (— und haben wir andere? —) durchaus, der Weg zur Wahrheit genau so lehrreich, als die endliche Wahrheit selber, ist. Denn wenig Weg zu ihr geht nicht durch Irrthum, und wäre dies nicht an sich schon ein Gesetz, dem auch die Natur sich zu unterwerfen überall genöthigt ist, so würden wir über seine Gültigkeit an uns, uns doch schon darum weniger zu beschweren haben, weil wohl das Beyspiel noch fehlen mag, wo Irrthum nicht zu neuer Erkenntnifs führte, die, ohne ihn, zur Seite geblieben wäre. Es könnte selbst einen Theil der Technik des Gelehrten ausmachen, mit Vorsatz ihm entgegenzugehen, weil so gewifs er ihm sich früher enthüllt, als sonst; — und dreist läfst sich behaupten, dafs den Irrthümern der Menschen mehr Wahrheit zum Grunde liegt, als alle bis jetzt errungene zusammen beträgt. Hätten z. B. die Antiphlogistiker einmal scharf untersuchen mögen, woher es wohl kam, dafs PRIESTLEY, ein

Mann, der ihnen ihre Facta um so weniger ableugnen konnte, da er die meisten ihnen selbst darreichte, demungeachtet das Phlogiston zur Überzeugung seines Lebens machen, und selbst in der berühmten Verbrennung desselben nur einen tüchtigen Beweis seiner Existenz mehr finden konnte: — sie würden die Gründer einer Chemie geworden seyn, gegen die ihre jetzige wahrhaftig nur Schattenspiel ist. Keiner, der sich zu ihnen überbekannte, hat gewonnen, ohne zu verlieren, und nichts ist wohl verderblicher, als begangene Fehler total zu ignoriren.

Ich hatte im Sinne, gleich diesem ersten Bande der Abhandlungen eine Art von Kritik aller meiner bisherigen Arbeiten, soweit ich diese erstens selbst, dann alleweile schon, zu liefern im Stande wäre, vorauszuschicken, und wirklich sind zu diesem Behufe die mehresten bereits durchgegangen Dies aber thun zu dürfen, setzte voraus, dafs der Leser die hier beginnenden Abhandlungen auf Einmal vor sich hätte, wie denn das anfangs auch allerdings beschlossen war. Bald aber führten theils der letzte Krieg, theils andre neuere zu vollendende Arbeiten, Störungen herbey, die nicht gestatteten, mehr als den ersten Band zur Messe noch ausgeben zu lassen. Die nämlichen Umstände waren dann auch Schuld, dafs jene Kritik nicht vollendet werden konnte. Zwar wird nun an den übrigen Bänden

auch bereits gedruckt, und gegen Johannis d. J. werden sie versendet werden können. Auf jeden Fall aber mufs ich doch, statt jene voran-, sie jetzt nachschicken, und dieses soll sobald geschehen, als irgend es möglich ist.

Auch auf die mir gemachten Einwürfe gegen dies und jenes, soweit ihre Beachtung von Vortheil für die Wissenschaft ist, werde ich auf solche Weise Rücksicht nehmen. Um so mehr dann folglich auch auf die, die nur durch völlige Widerlegung abzuthun sind, wie denn dergleichen gerade so eben, und Gegenstände betreffend, deren Behauptung von besonderer Wichtigkeit ist, von mehreren Seiten mir zugekommen sind. Vor allem gehört hierher die electrische Ladungsfähigkeit der Leiter, wie sie von Volta, und kürzlich anders von Brugnatelli wieder, angesehen worden ist. Denn hätten diese Männer Recht, so wäre der Galvanismus um eines seiner schönsten Resultate gebracht, um das, den Weg gebahnt zu haben, auf dem bald alle Körper dem Schicksal des Wassers zu unterwerfen, d. i., wie dieses, in nichts als Oxygen und Hydrogen, und ferner noch mit dem durch keine Zusammensetzung letzterer wieder gut zu machenden Verluste aller besondern Form derselben, aufzulösen seyn werden, — etwa, wie die Chemie es schon so weit brachte, aus den herrlichsten und mannichfaltigsten organischen Gebilden doch we-

nig mehr, als Hydrogen, Carbon, Azot und Oxygen, in kaum verschiedenen Verhältnissen, zu ziehen, ohne dagegen im Stande zu seyn, auch nur das einfachste zerstörte Gebild glücklich wieder daraus zusammensetzen zu können. In meinen bey nächster Möglichkeit anzustellenden Versuchen, — denn starke Säulen werden dazu erfordert, — werde ich mit Metallen, und zwar mit flüssigen, und unter diesen wieder mit dem Quecksilber, den Anfang machen, und um die Vielen hierbey entstehende Frage über das Wie jener Auflösung nicht ganz ohne vorläufige Antwort zu lassen, bemerke ich, daſs ich dazu nichts nöthig haben werde, als jene groſse Säule so zu bauen, daſs das Quecksilber im Verhältniſs zu der Säule eignem Körper, im ungefähr nämlichen Grade schlechter als dieser leitet, als es bey Wasser (und wäſsriger Flüssigkeit) schon bey den Säulen gewöhnlicher Gröſse überall der Fall ist, wo es durch sie in Hydrogen und Oxygen aufgelöst wird. Denn die oben besprochene Ladung der Leiter, wie sie auch nur aus meinen frühern Abhandlungen darüber, (und viel ist seit der Zeit hinzugekommen), erst bekannt ist, ist in der That schon partiell, was hier total gemacht werden soll, d. i., auch sie kommt bloſs zu Stande durch eine, nur partielle, solche Auflösung des Körpers in Oxygen und Hydrogen, bey der indeſs letztere nach ihrer Trennung

noch mit dem sie gebenden Körper, jenes mit seinem einen, dieses mit seinem andern Theile oder Ende, in Verbindung zu bleiben, und eben in diesen Verbindungen seine Ladungen auszumachen, auch unter diesen Umständen noch einer Wiedervereinigung oder Ausgleichung, die nicht Wasser, sondern einen dem vorigen Körper selbst gleichen, mit ihm wieder zusammentretenden Theil, zum Product hat, fähig sind. Auch das Wasser muſs erst diese Stufe seiner partiellen Auflösung in Oxygen und Hydrogen hindurch, ehe es letztere, völlig von einander und ihm selbst geschieden, liefert; aber die Verbindungsfähigkeit desselben mit Oxygen einer- und Hydrogen andrerseits, (seine Kapacität), ist, sonst ja schon bekannten Versuchen nach, so gering, daſs es sehr bald dahin gelangen kann, beyde, als Gas entweder, oder an andere Körper, völlig getrennt von ihm, abzugeben. Sobald nun also auch das Quecksilber z. B. einer so starken Action wird ausgesetzt werden, daſs es, in einer gegebenen Zeit, in mehr Oxygen und Hydrogen getrennt wird, als seine Seiten oder Enden, ihrer Kapacität zu Folge, selbst noch gebunden halten können, und die Wiedervereinigungsfähigkeit jener von ihnen immer wieder zu Quecksilber zurückzuführen im Stande ist, sobald wird auch der damit entstehende Überfluſs von Oxygen und Hydrogen vom Quecksilber sich ganz losreiſsen,

oder von ihm ausgestofsen werden können, und eben so als Gas erscheinen, oder neue Verbindungen mit andern Körpern eingehen, als das nämliche Oxygen und Hydrogen geliefert vom Wasser. Beyde, das Quecksilber wie das Wasser, sind dann sehr schicklich; weil zuletzt buchstäblich, einer Leidner Flasche zu vergleichen, die beständig in einem Grade der Ladung erhalten würde, den sie selbst weder ganz zu fassen, noch durch Entladung nach innen beständig gehörig herabzusetzen im Stande, folglich genöthigt wäre, die überflüssigen Electricitäten von beyden Seiten ausströmungsweise continuirlich fahren zu lassen, indem, was bey ihr diese entgegengesetzten Electricitäten, beym Wasser und Quecksilber unter gleichen Umständen, Oxygen und Hydrogen sind. Doch ich mufs abbrechen, wenn ich nicht in eine förmliche Abhandlung gerathen will, gerade, wo sie am wenigsten hingehörte. —

Noch einige Bemerkungen über die Art der Redaction der in den nächsten Bänden dieses Werkes vorkommenden Abhandlungen habe ich nachzuholen.

Wiederholungen habe ich so viel wie möglich vermieden. Deshalb fehlen auch bisweilen ganze Abhandlungen. Aber ich habe immer bemerkt, wo sich ihr Inhalt wiederfinde. Dieses ist in den Anmerkungen

geschehen, die, ausgezeichnet durch dieses Wort, und mit gröſserer Schrift, als die zum Texte gehörigen Noten selbst, gedruckt, dem Aufgenommenen vor- oder nachstehn. Sind einzelne Theile vorkommender Aufsätze vor- oder nachher wo anders schon erschienen, so geben in den Text selbst eingeschaltete Noten die gehörige Nachweisung. Beyspiele hiervon finden sich S. 46, 53, 90, 200 u. s. w.

Die zuerst erwähnten Anmerkungen dienen ferner und vorzüglich, das im Werke selbst Abgedruckte mit dem nicht in dasselbe Aufnehmbaren in chronologische Ordnung zu setzen. Gleich die zu No I, dann die zu No. IV, VIII — X, XII und XIII gehören ganz hierher.

Daſs die Abhandlungen selbst mit ihren Nummern nach der Zeit ihrer Ausarbeitung geordnet sind, habe ich nicht erst anzuführen nöthig.

Bey allen schon früher einmal gedruckt gewesenen Aufsätzen, wie No. IV, V, VII, IX, X und XII — XVI dieses ersten Bandes sind, habe ich nicht allein in der Überschrift allemal angegeben, wo sie vorher gestanden haben, sondern dem Texte selbst zugleich die Seitenzahlen des ihn treffenden Journals beysetzen lassen. Solche Zahlen sind z. B. die B. I, S. 93, Z. 3 u 24, S. 94, Z. 24, S. 95, Z. 23 u. s. w. befindlichen. Sie stehen allemal zu Anfang oder

Ende derjenigen Zeile, mit, oder öfterer, innerhalb welcher im frühern Abdruck die neue Seite anfing, und die Zahl selbst zeigt diese neue hier anfangende Seite an. Auch auf die Noten habe ich dies angewandt; vergl. z. B. B I, S 108, 112 u. 113, 115 u. f. Auf diese Weise erreichte ich einen doppelten Zweck: erstlich, durch die Entfernung vom Druckorte ganz verhindert die Revision selbst zu übernehmen, und so noch etwas in dem folgenden Bogen einfügen zu können, was oft erst durch den zunächst vorhergehenden gegeben war, ruhig die Rückcitate von einem Aufsatz auf und in den andern, und nicht nach diesem jetzigen Abdruck, sondern nach dem frühern ersten in dem bestimmten Journal, lassen zu können, wie sie waren, ohne damit den Leser zu verwirren, der die angegebene Seitenzahl des Originals mit Leichtigkeit hier wiederfinden kann; zweytens: blieben auf diese Art auch alle in meinen besondern nicht sowohl, als in den Werken so vieler Anderer, vorkommende Citate dieser Abhandlungen und einzelner Stellen aus ihnen, vollkommen in ihrer vorigen Brauchbarkeit, und selbst was jetzt noch, nicht nach diesem, sondern nach dem ersten Abdruck im Journal, fortcitirt würde ist, ohne das letztere zu besitzen, mit gleicher Leichtigkeit wiederzufinden. Um endlich alles Nachschlagen dieser Art aufs höchste zu erleichtern, werde ich am

Ende vom 3ten oder 4ten Bande dieses Werkes noch ein Verzeichniſs aller jener Örter folgen lassen, die hier wiederkehren, damit man auf der Stelle im Stande ist, zu wissen, ob das gegebene Citat seine Parallele finde oder nicht

Auch die Zahl und Tafel der zu den Abhandlungen gehörigen Figuren habe ich, bey jedem ersten Wiederkehren derselben, der Zahl, die selbige auf den zum gegenwärtigen Werke gehörigen Kupfertafeln haben muſsten, in Klammern [] beygefügt, damit auch die Citate dieser ihre Brauchbarkeit behalten. So bedeutet z. B. der Beysatz zu „Fig. 12" auf B. I, S. 197, daſs diese Figur gleich Tab. V, Fig. 1 in Voigt's Magazin, B. V, sey. Seiner Zeit soll auch über diese Figuren ein ähnliches Verzeichniſs folgen, als ich über die Journale und ihre Seitenzahlen so eben versprochen habe.

Jeder Abhandlung habe ich noch eine besondre Specification ihres Inhalts vorgesetzt. Ich weiſs aus eigener Erfahrung, wie gern man dergleichen zu haben pflegt; auch vertreten sie zugleich gewissermaſsen die Stelle eines Registers, so lange ein solches noch nicht vorhanden seyn kann.

Bis hierher sprach ich blos von dem, was, als bereits geschehen, in gegenwärtigem Wer-

ke enthalten seyn soll, und binnen wenigen Monaten wird es auch wirklich in ihm enthalten seyn. Doch wäre mein Zweck nur halb erreicht, wenn ich es hierbey bewenden liefse. Ich würde Ein Decennium meines wissenschaftlichen Lebens erst in ihm niedergelegt haben, und zwar das erste unvollkommenste; so wenig ich aber meine Laufbahn hiermit beschlossen wähne, im Gegentheile daraus, dafs ich sie mit ihm in jeder Hinsicht erst begonnen, und während seiner mich auf ihr, und vornehmlich über sie, nur einigermafsen erst zu orientiren angefangen sehe, noch eine lange Fortdauer derselben zu hoffen wage: so sehr entsteht daraus auch die Pflicht für mich, die vielleicht immer reifern Früchte dieser Zukunft in ihrer Geschichte, dem Publikum auf dieselbe Art anzubieten, nach welcher ich hier, auf seine Erlaubnifs, ermuntert durch dessen bisherige Nachsicht gegen die früheren, gewifs unzeitigeren, der Vergangenheit, schon diese, einer guten Aufnahme möglichst sicher, ihm vorlegen durfte.

Denn allerdings nehme ich in mein zweytes Decennium Verhältnisse mit herüber, die jenes erste an seinem Schlusse erst zu geniefsen hatte, und wohl möchte ich es mir zur eignen Erinnerung hersetzen, dafs mir von jetzt an für künftige Mängel weniger Entschuldigungen zu Gebote stehn, als früher,— hätte ich mich ihrer bedienen wollen — nur

zu oft! — Vieles deshalb hob ich auch bisher im Glauben einer solchen bessern Zukunft für sie auf, und bin ich dem Publikum mit noch mehr im Rückstande, so liefs ich es einzig in der Hoffnung dazu kommen, ihn einst ihm nur um so entsprechender abtragen zu können. Dies geschahe von nun an; — und bemerkte man etwa, dafs ich neuen Vorsätzen weniger nachginge, als längst gehegten alten: so möge mir die Geschichte meines Geschlechts überhaupt, die ja allein auch im Individuum sich nur wiederholt, und ewige Jugend nur in ewiger Erneuerung derselben, der schönsten Verwendung des Geschenks der Erinnerung, zu erhalten weifs, zur Rechtfertigung dienen.

Was ich daher, aufser dem, was die Zeit, in der ich lebe, unvermeidlich von mir fordern und erhalten wird, vornehmlich nachzuholen gedenke, wird eine Geschichte meiner Lehrer seyn. Ich werde dazu die besten des verflossenen Jahrhunderts in ihrer Integrität darzustellen mich bemühen. Auch, die es überlebten, und in ihrem Alter noch die Kraft der Jugend mit lebendigem Wort mir stärkten, will ich dankbar ehren. Und hierher soll vorzüglich eine sorgfältige Kritik von Allem, was uns WINTERT vortrug, gehören. Nicht um der Mode der Zeit zu frohnen, nach der von ihm gesprochen wird, gleichviel wie? — wenn nur von ihm gespro-

chen werden kann, (und dazu geht der Stoff nach jetzigem Begriffe freylich nicht aus), sondern klar und möglichst bestimmt, ihn aus sich selbst entscheiden zu lassen, was er gewollt, gethan, und noch zu thun hat, weil es schon geschehen: dies wird der Gegenstand meiner Arbeit seyn. Ich weiſs, daſs Viele eine solche nicht von mir begehren; wieder aber weiſs ich doch, daſs — ausgeführt — sie seyn wird, was nicht sie allein, sondern den mit Recht darnach verlangenden Autor selbst, wenn nicht befriediget, doch beruhiget. Denn das wird spät noch Wahrheit seyn, daſs seit geraumer Zeit kein Einziger die Physik und Chemie in solchem Grade zu neuer Besinnung aufgefordert hat, wie Er.

Was endlich meine eigenen Bemühungen betrifft, so habe ich selbst mich kürzlich noch besonders verpflichtet, eine strengere Rechenschaft von ihnen und ihren Resultaten zu geben, indem ich einen Theil der letzteren an fast demselben Tage zuerst veräuſserte, an dem, zehn Jahre früher, auch ich vom Zwange der Natur mich zu befreyen, und frey mich ihrem Gesetz zu unterwerfen, überhaupt begann. Sie erschienen unter dem Titel: Die Physik als Kunst; oder ein Versuch, die Tendenz der Physik aus ihrer Geschichte zu deuten; — (zur Stiftungsfeyer der Königl. Baierischen Akademie der

Wissenschaften am 28. März 1806); — und Vergnügen macht mir die Unzufriedenheit, mit der man gröſstentheils die Resultate ansah, weil sie am kräftigsten das Verlangen verbürgt, mit dem, was auf sie führen muſste, vertraut zu werden. Und ungeachtet Letzteres nichts weniger als neu, vielmehr von Vielen, und zu den verschiedensten Zeiten schon, bezeugt und ausgesprochen war: so glaube ich doch in einer wiederholten Befriedigung jenes Verlangens, wie sie die Sprache der jetzigen Physik erlaubt, es selbst, die Wissenschaft, und mich, genug zu ehren, um schon bloſs darum bewogen zu seyn, keine Mühe zu sparen, das ohnehin mit seiner Veranlassung mir selbst Auferlegte zu vollziehen. Was könnte auch das Werk der Woche besser zieren, als es des Sonntags Weihe würdig zu betreiben, und — nicht bloſs in der Astronomie Copernikaner zu seyn! —

Was nun nach diesem Commentar gedachter Rede, dann nach dem übrigens schon Versprochenen, die Fortsetzung dieser Abhandlungen ferner werde enthalten können oder sollen, muſs ich so sehr der Zeit und ihrer Forderung anheim gestellt seyn lassen, als, wie man überhaupt die Art, mit der ich hier, mehr als ich sonst gewohnt war, und es von neuem lange Zeit seyn werde, von mir selbst zu sprechen

hatte, bis dahin nehmen werde, wo dieselbe Zeit sie, und sofort auch mich, entschuldigt und besser erklärt haben wird, als mir, vor diesem Theile meines Lebens, zugestanden hätte.

Schliefslich führe ich noch an, dafs vom gegenwärtigen Werke, nach seinem baldigen Vorgerücktseyn bis zu diesem Jahre, in jedem folgenden Ein Band wenigstens, zuweilen aber auch Zwey, bestimmt erscheinen werden.

München,

am 4ten May 1806.

Physisch - Chemische

Abhandlungen.

Erster Band.

Inhalt.

I. Ueber den Galvanismus; einige Resultate aus den bisherigen Untersuchungen darüber, und als endliches: die Entdeckung eines in der ganzen lebenden und todten Natur sehr thätigen Princips; — vorgelesen in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena, am 29. October 1797. Seite 1 — 42.

II. Schreiben an F. A. von Humboldt bey Übersendung des Beweises, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreiche begleite; — im Junius 1798. S. 43 — 58.

III. Schreiben an A. Volta bey Übersendung des Beweises, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreiche begleite; — im Junius 1798. S. 59 — 90.

IV. Der Madame Fulhame Versuche über die Wiederherstellung der Metalle; — dargestellt in Scherer's Allgemeinem Journale der Chemie, B. I. S. 420 — 444. Seite 91 — 120.

V. Über ein bisher unbekanntes ölartiges Product bey der Bereitung des Salpeteräthers, durch Destillation einer Mischung aus salpetersaurem Kali, Braunsteinoxyd, Schwefelsäure und Alkohol; — in Scherer's Allgemeinem Journal der Chemie, B. III. S. 36 — 39. Seite 121 — 124.

VI. Galvanische Versuche an vom Ganzen abgetrennten menschlichen Gliedmafsen; angestellt in der ältern medicinisch-chirurgischen Krankenanstalt zu Jena am 28. Februar 1799. Seite 125 — 134.

VII. Einige Bemerkungen über den Galvanismus in der anorgischen Natur, und über den Zusammenhang der Electricität mit der chemischen Qualität der Körper; —

aus einem Briefe an L. W. Gilbert, in dessen Annalen der Physik, B. II. S. 80 — 86. Seite 135 — 138.

VIII. Beweis, daſs der Galvanismus auch in der anorgischen Natur zugegen sey; vorgelesen in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena, im Frühling 1799. Seite 139 — 164.

IX. Einige Bemerkungen über die Cohäsion, und über den Zusammenhang derselben mit dem Magnetismus; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. IV. S. 1 — 33. Seite 165 — 194.

X. Volta's Galvanische Batterie, nebst Versuchen mit derselben; — in J. H. Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde, B. II. S. 356 — 400. Seite 195 — 226.

XI. Bemerkungen über die Art, auf welche der Zutritt der Luft auf die Wirksamkeit der Galvanisch-chemischen Kette von Einfluſs ist; — geschrieben im October 1800. Seite 227 — 244.

XII. Galvanische Versuche über die chemische Natur des Wassers; — in L. von Crell's chemischen Annalen, B. I, S. 41 — 63. S. 245 — 266.

XIII. Vorläufige Bemerkungen über verschiedene Galvanische Gegenstände; — aus einem Schreiben an L. W. Gilbert, in dessen Annalen der Physik, B. VII. S. 373 — 379. Seite 267 — 274.

XIV. Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus der Voltaischen Batterie. In Briefen an L. W. Gilbert. Erster Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. VII. S. 431 — 446. Seite 275 — 290.

XV. Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus der Voltaischen Batterie. In Briefen an L. W. Gilbert. Zweyter Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik, B. VII. S. 447 — 484. Seite 291 — 326.

I.

Ueber den Galvanismus; einige Resultate aus den bisherigen Untersuchungen darüber, und als endliches: die Entdeckung eines in der ganzen lebenden und todten Natur sehr thätigen Princips; — vorgelesen in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena, am 29. October 1797 *).

*) Anmerkung. Diese Abhandlung ist nicht genau die erste meiner ernsteren literarischen Ausarbeitungen. Zweyerley ging ihr voran: 1) Eine Abhandlung über die wirkliche Gegenwart der Kalkerde in rohen Knochen; 2) Die von Herrn. von Humboldt in seinen Versuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. B. II. S. 440. erwähnte Kritik des ersten Bandes des nemlichen Werks.

Die erste, noch 1796 geschrieben, bezog sich auf die bekannte Behauptung Scherer's in dessen Nachträgen zu den Grundzügen der

neuern chemischen Theorie. Jena 1796. 8. Vorerinnerung. S. X., dafs die Knochen keine Kalkerde enthalten. Ich erfuhr, worauf SCHERER dieselbe stützte; es war nichts anderes, als dafs Sauerkleesäure in dem, was eine Auflösung des phosphorsauren Kalks der Knochen u. s. w. in (Salz-) Säure seyn sollte, keinen Niederschlag, (der sauerkleesaurer Kalk gewesen wäre), hervorbrachte. Ich wufste indefs, dafs sauerkleesaurer Kalk allerdings in Salzsäure auflöslich sey, sich also, selbst wenn er sich wirklich bildete, da, wo Säure genug zugegen war, nicht niederschlagen konnte, dafs also das Ausbleiben eines Niederschlags noch keinen Schlufs auf die wirkliche Abwesenheit von Kalk erlaubte. Gerade dieser Auflöslichkeit des sauerkleesauren Kalks in Salzsäure bediente sich SCHEELE, um die nemliche Verbindung (seine Rhabarbarerde) aus denen in seinen sämtlichen physischen und chemischen Werken, herausgegeben von HERMBSTÄDT. B. II. S. 372. genannten Pflanzenwurzeln und Rinden zu scheiden. Ich stellte also folgende Versuche an: — 1) Ich bereitete einen reinen phosphorsauren Kalk, durch Niederschlagung des phosphorsauren Ammoniaks mit Kalkwasser, und hinlängliche Aussüfsung des Niederschlags. 2) Ich löste in einer kleinen Menge reiner Salzsäure so viel davon auf, als diese bey einer gelinden Erwärmung davon aufnehmen wollte. Die filtrirte Auflösung wurde sowohl unverdünnt, als mit mehreren Theile destillirten Wasser verdünnt, durch die Auflösung sehr reiner Sauerkleesäure stark niedergeschlagen. 3) Ein Theil der vorigen Auflösung des phosphorsauren Kalks in Salzsäure wurde ohngefähr mit eben so viel Salzsäure versetzt, als sich in ihr schon befand. Sowohl verdünnt, als unverdünnt,

schlug die Auflösung der Sauerkleesäure nichts aus ihr nieder. Setzte ich aber zu dieser Mischung tropfenweise eine Auflösung von ätzendem Natron, so kam ein bleibender Niederschlag (sauerkleesaurer Kalk) zum Vorschein. 4) Es wurde eine gesättigte Auflösung reiner weiſs gebrannter Knochen in Salzsäure bereitet. 5) Sauerkleesäure schlug dieselbe stark nieder. 6) Die Auflösung (4) wurde mit ohngefähr so viel Salzsäure vermischt, als in derselben schon vorhanden war. Sauerkleesäure vermischte sich jetzt ohne Trübung damit. Als ich aber allmälig ätzendes Natron zusetzte, zeigte sich ein häufiger Niederschlag. Durch hinlänglich von neuem zugesetzte Säure aber verschwand er wieder, so wie auch der in (3). 7) Zerkleinerte ungebrannte Knochen wurden mit Salzsäure so lange digerirt, bis diese nicht mehr auf jene zu wirken schien; die Auflösung, mit 2 bis 3 Theilen Wasser verdünnt, wurde filtrirt. 8) Diese Auflösung zeigte mit Sauerkleesäure ganz dieselben Erscheinungen, als die Auflösung der gebrannten Knochen, und die des künstlichen phosphorsauren Kalks in Salzsäure (2 — 6). 9) Nach Scheele (a. a. O. S. 362.) soll sich sauerkleesaurer Kalk in destillirtem Essig nicht auflösen. Ich löste deſshalb in destillirtem Essig so viel künstlichen phosphorsauren Kalk (1) auf, als sich in demselben auflösen wollte. Eine ähnliche Auflösung bereitete ich mit der aus der Auflösung der ungebrannten Knochen in Salzsäure (7) durch Ammoniak niedergeschlagenen Knochenerde. 10) Beyde Auflösungen wurden sowohl für sich, als mit mehrerem Wasser verdünnt, durch Sauerkleesäure sehr häufig niedergeschlagen. 11) Als ich zu jeder Auflösung fast zweymal so viel Essig, als sich in der Auflösung befand, setzte, und sie nun mit Sauer-

kleesäure vermischte, so erfolgte zwar eine Trübung, bey weitem aber nicht so stark, als vor der Zumischung des übrigen Essigs. Durch zugesetztes ätzendes Natron aber kamen die Niederschläge häufig (wie in 3 und 6) zum Vorschein. — Aus diesen Versuchen war es klar genug, wovon die Täuschung in Scherer's Versuchen abgehangen hatte. Er selbst kam später von seiner Meinung zurück. S. dessen Brief an van Mons in *Annales de Chimie. T. XXV. p. 67.* Auch würde ich jetzt dieser Widerlegung derselben nicht weiter gedacht haben, fände nicht diese alte Behauptung Scherer's bis diesen Augenblick noch hie und da Beyfall, und führte man nicht noch eben so misverstandene Beobachtungen für sie an, wie er. Vergl. z. B. Grindel in Gehlen's Neuem allg. Journ. der Chemie. B. I. S. 679. —

Die Kritik des von Humboldt'schen Werks (geschrieben im Frühjahr 1797) würde ich in die gegenwärtige Sammlung doch vielleicht noch aufgenommen haben, wenn ich mich anders noch im Besitze einer vollständigen Copie derselben befände. Zwar hat Herr von Humboldt selbst Einiges daraus in seinem Werke B. II. S. 441 — 444. 445. 446. 453. angeführt. Es ist indeſs doch nicht gerade, was ich wünschte, wenigstens nicht alles. Das meiste war gegen seine Hypothesen gerichtet.

R.

Inhalt.

Ueber die Nervenatmosphäre, woher sie entspringt, und was sie ändert. — Das sie bildende Fluidum bewirkt die Muskelcontraction nicht. Widerlegung der Humboldt'-schen Hypothese über den Galvanismus — Widerlegung der Creve'schen. — Widerlegung der Ackermann'schen. — Ueber Volta's Gesetze der Galvanischen Wirkung, und ihre Behauptung gegen Humboldt. — Ueber das im Galvanismus eigentlich Wirksame, und seine Beziehungen auf Electricität und Chemie. (Idee eines Galvanometers) — Wirkung des Unterbands. Isolation der aus einer Zersetzung obigen Fluidums der Nerven durch den Galvanischen . . . Reiz hervorgehenden nächsten Ursache der Muskelcontraction durch jenen. Natur dieser Zersetzung. Folge daraus — Bedingung der Leitung der nächsten Ursache der Contraction. Neues Argument daraus gegen Humboldt's Hypothese. Nothwendigkeit der Nerven zu wirksamer Muskelreizung. — Ueber Sensation durch Galvanismus. Gesetz der Zeitverschiedenheit derselben von der Bewegung durch ihn — Alle Leiter sind Excitatoren, viele aber vorzügliche. Folgen daraus gegen die allgemeine Gültigkeit der Humboldt'-schen Erregbarkeitsstimmungen. — Anwendung davon auf den thierischen Körper, als Aggregat unendlich vieler und verschiedener Excitatoren. — Auf Leben und Organisation — Auf die Natur überhaupt.

1.

Den ersten Satz mache eine Wahrheit aus, deren Entdeckung wir dem Herrn von Humboldt verdanken, nemlich:

> In den lebenden Nerven wird ein (nicht tropfbares, gleichsam halbgasartiges) Fluidum abgesondert, und durch seine Gegenwart scheint die wirksame Reizung eines Nerven möglich gemacht zu werden.

Dieses beweist die von dem gedachten Physiologen zuerst erkannte, und mit dem Bewuſstseyn des Kennens zuerst sinnlich dargestellte Atmosphäre eines feinen fluiden Stoffs, die der Nerve bey einem hohen Grad von Reizbarkeit um sich hat, und das allmälige Abnehmen und Verschwinden derselben bey verhältniſsmäſsiger Abnahme der Reizbarkeit, hinlänglich.

An der Erzeugung (Ausscheidung, Zusammensetzung, oder was es sonst sey,) dieser feinen Flüſsigkeit scheint der Sauerstoff groſsen Antheil zu haben, — oder bestimmter: jenes Fluidum scheint das Product einer in dem Nerven vorgehenden Oxydation (Sauerstoffbindung, Verbrennung, od. s. w.) zu seyn. Es giebt eine Menge Körper, welche die Reizbarkeit der Nerven unterdrücken (deprimiren,) wenn sie im flüſsigen Zustande mit demselben in Berührung kommen und bleiben. Viele dieser Körper haben das mit einander gemein, daſs sie ganz oder zum Theil, Bestandtheile enthalten, die einen beträchtlichen Grad von Verwandtschaft zum Sauerstoff haben. Es wäre daher wohl nicht unwahrscheinlich,

dafs diese Körper die Erzeugung des Nervenfluidums, (dessen Gegenwart die Reizbarkeit der Nerven zu bestimmen scheint), zum Theil dadurch verminderten, und endlich aufhöben, dafs ihre Bestandtheile der nähern Verwandtschaft zum Sauerstoff wegen, diesen den oxydirbaren Theilen des Nerven, deren Oxydation das Fluidum zum Product hat, nicht mehr zukommen liefsen, dies Product also auch nicht mehr erscheinen könnte. Auf diese Art könnten vorzüglich die Laugensalze, die verschiedenen Arten von Schwefelleber, der Weingeist, das Salpetergas, das kohlenstoffhaltige Wasserstoffgas, die unvollkommene Schwefelsäure, u. m. a., wirken, wenn sie den Nerven zur wirksamen Reizung unfähig machen. — Hingegen Körper, die schon mit Sauerstoff gesättigt sind, ihn aber nur vermöge einer schwachen Verwandtschaft dazu gebunden halten, (wie es z. B. die gemeine Salzsäure in der oxydirten thut), die ihn also auch leicht an andere Körper abgeben, welche ihm stärker, als sie, verwandt sind, scheinen eben durch diese Abgabe des Sauerstoffs an die oxydirbaren Theile des Nerven, in einer bestimmten Zeit die Absonderung einer gröfseren Menge von Nervenfluidum zu veranlassen, wie dies bey der oxydirten Salzsäure in mehreren Fällen, besonders aber in einem von Herrn von Humboldt (in seinem Werk über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, B. I. S. 217.) erzählten Versuch deutlich hervorgeht, wo die schon bis auf einen gewissen Grad geschwundene Atmosphäre eines Nerven, durch blofses Befeuchten desselben mit oxydirter Salzsäure wieder bis zur ersten Gröfse hergestellt wird.

Aber nicht allein in diesem verschiedenen Verwandtschaftsgrade der an den Nerven in flüfsiger Ge-

stalt angebrachten Körper, oder ihrer einzelnen Theile zum Sauerstoff, kann ihr Einfluſs auf Unterdrückung oder Vermehrung der Reizbarkeit des Nerven gegründet seyn; sondern wohl fast immer zugleich mit in der chemischen Einwirkung derselben auf die Nervensubstanz selbst, wodurch sie auſser Stand gesetzt wird, ihre Verrichtung weiter fortzusetzen. Dies ist zum Beyspiel unbezweifelt der Fall bey den Laugensalzen, (indem sie die Nervensubstanz auflösen), bey dem Salpetergas, (indem es, vielleicht auf ähnliche Art, wie von der Auflösung des grünen schwefelsauren Eisens, von der Nervenmasse eingesogen wird, wobey sie mit dem sich hier befindenden Sauerstoff Salpetersäure bildet, die nun mechanisch und chemisch zerstörend auf jenen wirkt), vorzüglich aber bey den Säuren und der oxydirten Salzsäure, — denn selbst diese letzte zerstört nach gegebener Zeit die Reizbarkeit des Nerven völlig.

Eben so wird es, Erfahrungen zu Folge, glaublich, daſs ein Theil der unterdrückenden Körper, welche verbrennlicher Natur sind, auch hier eine Eigenschaft behaupten, die wir an ihnen bey andern Gelegenheiten bemerken, nemlich: daſs sie, wenn sie mit einem verbrennlichen Körper anderer Art in mechanische oder chemische Verbindung treten, die Oxydation dieses beträchtlich befördern, also, namentlich in diesem Falle, ohngeachtet ihrer eigenen starken Affinität zum Sauerstoff, dennoch die Ausscheidung des Nervenfluidums durch eine geschwinder vor sich gehende Oxydation des oxydirbaren Theils der Nervenmasse befördern, wenn die dieses veranlassenden Körper gleich selbst zugleich einen ziemlichen Antheil von Sauerstoff auf-

nehmen mögen, der sonst, ohne sie, der Nervenmasse zugekommen seyn würde. — Hieraus erklären sich die so wunderbaren Erscheinungen, welche die Laugensalze, der Weingeist, und andere Körper mehr, an den thierischen Organen, wenn sie ihre Nerven berühren oder durchdringen, vor der gänzlichen Vernichtung der Reizbarkeit hervorbringen.

Unterdrückung oder Vernichtung der Reizbarkeit scheint also in sehr vielen Fällen, wenn nicht in allen, das Resultat einer sehr gemischten Einwirkung äufserer Körper und ihrer Einflüsse zu seyn, — und, wie viele Arten der Einwirkung mögen uns noch völlig unbekannt seyn? —

Dafs aber alle diese Körper geradezu auf das Nervenfluidum wirken, (von dem es sich beweisen läfst, dafs es nicht an den Ort, wo es ausgeschieden wurde, gebunden ist, im Gegentheile gar beweglich ist,) sondern unmittelbar auf die Masse des Nerven selbst, die dieses Fluidum hergeben soll, oder doch zu dessen Hervorbringung, so wie sie da ist, unumgänglich nöthig ist, dies beweist sich dadurch, dafs — was sehr wichtig ist — alle diese sogenannten deprimirenden Körper nur örtlich deprimiren, d. h. nur so weit sie den Nerven berührten, und Gelegenheit auf ihn zu wirken hatten; ferner — was eben so merkwürdig ist — dafs sich die in diesen Theilen vernichtete Reizbarkeit durch kein bis jetzt von mir versuchtes sauerstoffhaltiges oder anderes Mittel wieder herstellen läfst. Wie diese auf Erfahrung gegründete Behauptung demohngeachtet mit den so interessanten Versuchen des Herrn von Humboldt, die gerade das Gegentheil zu beweisen scheinen, sich vertrage, dies wird sich erst weiter unten ausweisen.

2.

Ein zweyter wichtiger Satz ist folgender:

Dieses (durch Hülfe des Sauerstoffs erzeugte) Fluidum des Nerven *ist es nicht*, durch dessen Einströmung in den Muskel die Contraction bewirkt wird. —

Wie es eine der neuesten Theorieen, nemlich die des Herrn von Humboldt annimmt. Dieser sagt in seinem oben genannten Werke, S. 399. u. f. Folgendes: „Da viele Erfahrungen lehren, daſs durch „Muskelbewegung Oxygen abgeschieden und latent ge„macht, oder das Blut entsäuert wird, und da das Gal„vanische Fluidum“ — so nennt er das, was ich oben Nervenfluidum genannt habe — „das Hauptagens bey „der Muskelbewegung ist: so vermuthe ich einen ähn„lichen Zusammenhang zwischen jenem Fluidum und „dem Sauerstoffe, als zwischen dem letzteren und der „Electricität. Ich vermuthe, daſs durch Zumischung „von *G* (= Galvanischem = Nervenfluidum) die Verbin„dung des Hydrogens und Azotes (s. ferner die Anm. S. „400.) mit dem Oxygen befördert wird, und daſs diese „Elemente der Fiber dadurch näher an einander rücken, „etwa wie der electrische Funke luftförmig ausgedehnte, „von einander entfernte Substanzen, Sauerstoff und „Stickstoff, oder Sauerstoff und Wasserstoff, in tropf„bare Salpetersäure und tropfbares Wasser zusammen„drängt, u. s. w.“ So weit Hr. von Humboldt.

Aus mehreren Widersprüchen nun, die die Erfahrung gegen das hier in Betracht kommende dieser Meinung macht, hebe ich vor der Hand nur einige aus,

weil ich glaube, daſs sie hinreichen werden, sie zu widerlegen.

Erstens: In dem so äuſserst einfachen schon lange bekannten Versuche, wo bey hoher Erregbarkeit der Organe zur Hervorbringung der Contraction eines Muskels es hinreichend ist, den Nerven desselben mit einer Glasröhre..... an den Muskel, oder einen mit diesem in Berührung stehenden feuchten thierischen oder andern Theil, auch blos Wasser, zu bringen, wird, wenn man zwey noch organisch mit einander verbundene, oder auch getrennte und nur durch leitende Körper verbundene Froschschenkel und ihre Nerven, (oder eben so gut auch jede anderen eben dazu schicklichen Theile eines Thieres und seine Nerven), zum Versuche anwendet, immer nur der Schenkel bey Schlieſsung der Kette zucken, dessen Nerve zu der Berührung des Muskels gebraucht wurde, man mag mit dem Nerven den diesem zugehörigen, oder den benachbarten, mittel- oder unmittelbar mit jenem in Verbindung stehenden, berühren. Und doch müſste nach der von Humboldt'schen Theorie im letzten Falle nothwendig nicht der Schenkel des gebrauchten Nerven, sondern nur der benachbarte berührte, in den das *G* einströmte, zucken. — Der etwa zu machende Einwurf, es wäre hier das *G* nicht aus dem Nerven in den Muskel, sondern umgekehrt aus dem Muskel in den Nerven geströmt, kann hier nicht gemacht werden, da er nach jener Theorie, und selbst nach aller Erfahrung, nichts gilt, indem beweisbar ist, daſs das Uebergewicht von *G* sich nicht in dem Muskel, sondern durchaus im Nerven, befinde, von diesem aus also auch der Eintritt des *G* in den Muskel am Orte der wechselseitigen Berührung Statt finden muſste.

Ein zweyter äufserst triftiger Einwurf ist dieser: Das, was in den Muskel einströmt, um ihn zu contrahiren, wird durch Unterband oder Durchschnitt des Nerven in seinem Laufe gehemmt, es kann nicht weiter; — hingegen kann es bewiesen werden, dafs der Lauf des *G* (dessen, was ich Nervenfluidum nenne,) wenn es sich von einem Orte zum andern zu bewegen genöthigt wird, weder durch Unterband noch Durchschnitt des Nerven aufgehalten werde.

Andere noch zu machende Einwürfe übergehe ich, ohngeachtet sich sogar zeigen liefse, wie jene Meinung sich durch sich selbst widerlegt, ohne dafs noch eine widersprechende Erfahrung als Beleg nöthig wäre, die sich aber mehr als einmal findet. —

Durch diese Widerlegung wird nun nicht geleugnet, dafs wirklich etwas *G* aus dem Nerven in den Muskel überströme, — nur wird geleugnet, dafs dieses in denselben Einströmende daselbst nicht das bewirke, was es nach der genannten Theorie bewirken sollte. Es wird ferner nicht geleugnet, dafs dieses wirksame Fluidum *G* in die wirksame Kette eintrete, und so vielleicht unter günstigen Umständen wohl gar die ganze Kette mit durchlaufe; im Gegentheile ist dieses aus mehreren Gründen selbst wahrscheinlich. Aber das behauptet die Erfahrung durchaus, dafs dieses Uebertreten und Durchlaufen der Kette in den meisten Fällen gar nichts, und in wenigen Fällen nur einen bedeutenden Antheil an der sichtbaren Wirkung der Kette habe, und dafs es dann doch noch nicht einmal auf die von Herrn von Humboldt vermuthete Art wirke. Wie sonst? — kann erst nach einigen folgenden Voraussetzungen gesagt werden.

Zuvor aber will ich noch Einiges über einige andere neuere Theorieen des Galvanismus bemerken.

3.

In den Galvanischen Versuchen kann wohl nicht, wie Herr CREVE glaubt, der Wasserstoff das seyn, was den Nerven als Reiz afficirt.

Dieses Wasserstoffgas soll nemlich bey einer Zersetzung des Wassers der feuchten Theile, die mit den wirksamen Metallen..... der Galvanischen Kette in Berührung stehen, durch diese ausgeschieden werden, indem sie sich verkalken, und soll durch sie in die Organe geleitet werden.

Allein, nicht zu gedenken des allerdings gültigen Einwurfs der Herausgeber des Journals der Erfindungen, Theorieen und Widersprüche, daselbst in St. XXII., so kommt noch dieses hinzu, dafs es Körper giebt, die sehr wirksame Glieder der Kette, (oder wirksame Excitatoren,) sind, und doch nie Wasser zersetzten, auch vermöge ihrer chemischen Natur nie welches zersetzen können. Beyspiele sind die luftleeren im Wasser aufgelösten Laugensalze, die edlen Metalle, der natürliche Braunsteinkalk, die vollkommenen Säuren, selbst die oxydirte Salzsäure, und so mehrere. — Auch möchten schwerlich, bey dem so glücklichen Experimentiren in oxydirt-salzsaurem Dunst, die Metalle, und die übrigen wirksamen Körper verbrennlicher Art, nöthig haben, das Wasser zu zersetzen, wenn sie sich oxydiren wollen, da sie Sauerstoff, und zwar leicht genug, von dieser erhalten kön-

nen, wobey aber kein Wasserstoff entbunden wird und werden kann. Hier ist also Wasserzersetzung unmöglich. — Auch möchte diese ferner schwerlich zu beweisen seyn, in dem Fall, wenn es bey hoher Erregbarkeit der Organe gar keiner Metalle, oder anderer äuſserer excitirender Körper bedarf, sondern, wenn es zur Contraction genug ist, den Nerven auf den Muskel zurück, und mit ihm in Berührung zu bringen. Andere nicht minder begründete Zweifel will ich übergehen.

Demohngeachtet aber kann bey günstigen Umständen wohl wirklich eine geringe Verkalkung der Oberfläche der Metalle u. s. w. in diesen Versuchen, und zwar durch Wasserzersetzung, vor sich gehen, die noch durch die unmittelbare Berührung derselben mit einander befördert wird, wie die Versuche der Herren Ash und von Humboldt sehr schön beweisen; allein — der Grad dieser Oxydation steht in gar keinem Verhältniſs mit dem Effecte der Excitatoren, und diese thun dieselbe Wirkung, wenn auch jene nicht Statt haben kann.

4.

Mehr Aufmerksamkeit, als die vorige Theorie, schien eine von Herrn Ackermann aufgestellte Hypothese, die er in seinem Versuch einer physischen Darstellung der Lebenskräfte organisirter Körper. Frankf. a. M. 1797. B. I. S. 325. u. f., mit vielem Scharfsinn ausgeführt hat, wegen ihrer Simplicität, und deſshalb, auf sich zu ziehen, weil sie, ob sie gleich sich nicht geradezu erweisen läſst, für den, der nicht mit allen über diesen Gegenstand gemachten Versuchen genau bekannt war, den-

noch sehr viel Wahrscheinliches haben mufste. Ich will des bessern Verständnisses der Widerlegung dieser Theorie wegen ihre Hauptsätze hier kurz erzählen.

Nach Herrn Ackermann besitzen alle Metalle und kohlenstoffhaltige (— warum nur diese? — nicht überhaupt alle verbrennliche? —) Körper, Anziehungskräfte gegen den Grundstoff des mit der atmosphärischen Luft gemischten Sauerstoffgases. Aus diesem Grunde ziehen dieselben Körper, wenn sie der atmosphärischen Luft ausgesetzt sind, das Sauerstoffgas an, und indem sie durch ihre Anziehung des Grundbestandtheils den Wärmestoff zum Theil entbinden, versetzen sie diese gasartige Substanz in den Zustand eines Halbgases. Dies ist nun das, was Herr Ackermann Lebensäther nennt. Auf eine ähnliche bekannte Art beladet sich das in Vergleich mit dem Arterienblut allerdings verbrennlich zu nennende Venenblut in der Lunge mit diesem Sauerstoffhalbgas, und bringt so das Princip der Reizbarkeit und das Hauptbedingnifs aller Seelenthätigkeit in den Körper, wo es theils ohne Willkühr der Seele, nach durch seine eigne chemische Natur bestimmten Gesetzen, zum Wohl der thierischen Maschine verwandt wird, theils aber das Hirn, oder wenigstens ein Theil dieses Organs, dazu bestimmt ist, den Lebensäther als den Grundstoff aller reizbaren Bewegungen aus dem Blute abzusondern, aufzubewahren, und unter gewissen Bedingungen durch die Nerven in die Muskeln fortzubewegen. Die Bewegung des Muskels (Contraction) erklärt er sich auf folgende Art. In den Zellchen des Muskels wird stets eine grofse Menge Kohlenstoff entwickelt. Wenn nun durch die uns bis jetzt noch unbekannten Kräfte des Gehirns, die Empfindung, die

Einbildungskraft, oder das Willensvermögen, der Lebensäther in gröſserer Menge durch die Nerven bewegt wird, so tritt derselbe in die Zellchen der Muskelfaser, und wird hier zersetzt. Der Grundstoff desselben verbindet sich mit dem Kohlenstoff der Muskelzellchen, der Wärmestoff wird frey, erzeugt empfindbare Wärme, und es entsteht Kohlensäure, die sich mit der Lymphe des Zellchens mischt, und durch sie aus demselben geführt wird. Durch diese Entziehung des Kohlenstoffs müssen sich die übrigen noch unzersetzten Partikeln des Zellchens einander schnell nähern, und die Summe der an sich sehr kleinen Zusammenziehungen aller unzähligen Zellen giebt dennoch sehr denkbar möglich diejenige beträchtliche Bewegungsgröſse, die wir die Contraction nennen. Zu jeder Bewegung wird also dieses Sauerstoffhalbgas erfordert, es muſs daher bey dem todten Thier, und den abgetrennten noch reizbaren Theilen desselben, einen andern Weg geben, durch welchen ihnen der Sauerstoff zugeführt wird, — und dies geschieht (nach Herrn Ackermann) durch die wirksamen Zwischenglieder der Kette, welche verbrennlicher Natur sind, die also die oben angeführte Eigenschaft besitzen, das Sauerstoffgas in Sauerstoffhalbgas umzuändern. Die dichteren Metalle, Gold, Silber, Platina, ferner die Kohle, u. s. w. besitzen gröſsere Kräfte, das Sauerstoffgas in ein Halbgas zu verwandeln, und dasselbe um sich anzuhäufen. Die lockerern Metalle verbinden sich leichter mit der Basis des Sauerstoffhalbgases, und entziehen dasselbe den edleren Metallen und der Kohle. Dahin gehören Zink, Zinn, Bley, u. m. a. Wenn nun die Anziehungskräfte verschiedener Körper gegen das Sauerstoffhalbgas so

geordnet werden, daſs diese feine Flüſsigkeit von einem Körper zum andern übergeht, und während diesem Uebergang der Lauf desselben durch die thierischen Organe geschieht, so werden diese auf die unlängst angezeigte Art in Zuckungen versetzt. — Dieses sind die Grundzüge dieser Theorie.

So wahrscheinlich es nun auch ist, daſs wirklich der Sauerstoff aus der Atmosphäre auf die von Herrn Ackermann angegebene oder eine ähnliche Art, in den thierischen Körper eingehe, und so sehr er den Dank des Chemikers verdient, diesen auf eine vielleicht wirklich stattfindende Eigenschaft der oxydirbaren Körper aufmerksamer gemacht zu haben, (an die jener wohl bisher nicht immer dachte, da sie doch, im Fall sie Realität hätte, zur Erklärung mancher Phänomene sehr fruchtbar seyn würde), — eben so unwahrscheinlich, ja unmöglich, ist es nach aller Erfahrung, daſs der Sauerstoff überall so unmittelbar das bewirkt, was er nach Herrn Ackermann bewirken soll, wozu er aber unleugbar mittelbarer Weise Veranlassung giebt, ja unausbleibliche Bedingung ist. — Ich schränke mich indessen bloſs auf Widerlegung desjenigen ein, was die Theorie des Galvanismus angeht. —

Die Excitatoren des Galvanismus können nicht auf die von Herrn Ackermann angegebene Art, wenigstens nicht allein auf diese, wirksam seyn, denn: auch da, wo diese Körper keine Gelegenheit haben, durch ihre Ziehkraft gegen den Sauerstoff eine Atmosphäre desselben um sich zu bilden, wie z. B. im Wasserstoffgas, im Salpetergas, im luftleeren (nicht luftdünnen) Raum, im Weingeist, im Oele, u. s. w.,

behalten sie doch ihre Wirksamkeit. — Auch sind unter den excitirenden Substanzen, (den wirksameren Zwischengliedern der Galvanischen Kette), mehrere, die schon völlig mit Sauerstoff gesättiget sind, folglich keine Ziehkraft mehr auf denselben äuſsern können. Beyspiele sind der Braunsteinkalk, die oxydirte Salzsäure, die übrigen vollkommenen Säuren, die metallischen Mittelsalze, welche das Metall im vollkommen mit Sauerstoff gesättigten Zustande enthalten, wie der ätzende Quecksilbersublimat, u. s. f. Wo können hier die Muskelzellchen den zur Contraction nöthigen Sauerstoff herbekommen? — Man kann nicht einwerfen, daſs es etwan der in der Nervenmasse vorhandene, noch nicht, (durch doppelte Wahlverwandtschaft, oder wie sonst), zur Ausscheidung des Nervenfluidums verwandte Sauerstoff sey, der hier die Reizung vollbringe, denn — noch zeigt kein Versuch, daſs der Sauerstoff sich hier im beweglichen Zustande befinde, (wie Electricität am Conductor), sondern alle beweisen unwiderlegbar, daſs er fest chemisch an die solideren Theile der Nervenmasse gebunden sey.

Aber noch kommt ein Hauptfactum dazu, was schon allein hinreichend wäre, die angegebene Theorie der Muskelbewegung zu widerlegen. Nemlich: die Contraction des Muskels erfolgt, nach schon längst bekannten Erfahrungen, ja auch, wenn gleich das äuſserste dem Muskel am näheſten liegende Ende der geschlossenen wirksamen Kette, Zolle und Fuſse weit von dem zu reizenden Muskel entfernt ist, sobald nur der Nerve desselben mehr oder weniger ein Glied der Kette ist. Hier kann also das in der Kette Circulirende die Muskelzellchen gar nicht einmal durchströmen. Man kann sich auch nicht damit helfen, wenn man

sagt, der Nerve hätte gröfsere Verwandtschaft zu dem circulirenden Stoff, als irgend ein anderes Glied der geschlossenen Kette, er führte also demohngeachtet diesen Stoff, (es sey nun Sauer- oder irgend ein anderer Stoff), in den Muskel, und dieser begünstigte dies noch durch seine Wirkung oder Ziehkraft auf den herzuströmenden Stoff in die Ferne. Denn ich werde es anderswo beweisen, dafs von dem in der Kette circulirenden Stoff durchaus nichts merkliches zur Seite abweiche, es sey denn, dafs er unter schicklichen Umständen in eine zweyte geschlossene Kette übergehe; aber auch dieser Uebergang ist nur scheinbar, nicht wirklich.

Zuletzt bemerke ich noch, dafs schon Rosa zu Modena, in seiner *Lettera quarta sopra alcune curiosita fisiologiche*, 1783. 8., eine ganz eigne thierische Luft annimmt, die nichts anderes, als dephlogistisirte Luft (Sauerstoffgas), durch die thierische Organisation verändert, sey. Sie befinde sich im Zustande eines Dunstes, sey die Quelle der thierischen Wärme, der Grund der Farbe des Bluts, u. s. w. Diese Beschreibung pafst sehr gut auf Herrn Ackermann's Lebensäther, obgleich der letztere Herrn Rosa's Schrift nicht gekannt zu haben scheint.

5.

Eine andere, und bey weitem eine der vorzüglichsten, ist die neuere Theorie des Herrn Volta. Dieser grofse Physiker bemühte sich am vorzüglichsten, die Bedingungen festzusetzen, unter denen das in der Kette Circulirende, was er für völlig identisch mit der Electricität hält, wirksam sey. Die sehr wichtigen Resul-

tate seiner Bemühungen befinden sich vorzüglich in Gren's Neuem Journal der Physik, B. IV. St. 1., und eine Menge anderer haben wir noch von ihm zu erwarten.

Es ist nun zwar wohl, und vorzüglich durch Herrn von Humboldt, verdächtig geworden, daſs diese Identität wirklich Statt finde, denn die Knochen, die Lichtflamme, der luftdünne Raum, und glühendes Glas, sämmtlich gute Leiter der gemeinen Electricität, isoliren diesen Einfluſs. Insofern also Herr Volta das in der Kette für Electricität, — nemlich für Electricität, so wie sie uns gewöhnlich zu erscheinen pflegt, — hält, insofern schiene er widerlegt. Aber die von ihm aufgefundenen Gesetze für die Bedingungen, unter denen ein Ergieſsen des Einflusses aus einem Leiter in den andern, und ein Umlaufen desselben in der Kette, erfolgt, bleiben dennoch fest, so sehr auch mehrere der von Herrn von Humboldt im zehnten Abschnitt seines Werks gegen diese Sätze aufgestellten, und andere Versuche ihm entgegen zu seyn scheinen, was sie aber in Wahrheit nicht sind.

Jene merkwürdigen Gesetze sind, mit, etwas von Herrn Volta's eigenen, verschiedenen Worten, folgende:

1. Zur Störung des Gleichgewichts des in den Leitern enthaltenen fluiden Stoffes (— sehr verschieden von dem im Nerven secernirten —) sind wenigstens drey an Leitungsfähigkeit verschiedene Körper nöthig, worunter sich wenigstens einer in flüſsiger Gestalt befinden muſs. Das Gleichgewicht wird aber auch eben so gut gestört, wenn nur ein fester Leiter, und zwey

flüſsige, auch wenn alle drey feuchte, oder mit Feuchtigkeit durchdrungene, sind.

2. In jeder geschlossenen Galvanischen Kette müssen die einander entgegenstehenden Actionen nicht von gleicher Gröſse seyn, sich folglich nicht aufheben, wenn ein Ergieſsen dieses Stoffs aus einem Leiter in den anderen, und kreisförmiges Umlaufen desselben in der Kette, erfolgen soll *).

Warum Herrn von Humboldt's Versuche nicht mit diesen Sätzen übereinzustimmen scheinen, da sie es doch thun, diesen Umstand kann ich nur hier zum Theil erklären. Herr Volta, der sonst so scharfsichtig im Unterscheiden des Heterogenen war, (wie sein älterer Streit mit Aldini über die zum Gelingen dieser Versuche nöthige Heterogeneität der Metallstücken beweist), sah lange Zeit zwey auffallend heterogene Stoffe als Ein homogenes Ganzes an, nemlich den Muskel und seinen Nerven, — (zu welchem Uebersehen wohl das sich selbst unbewuſste Uebertragen der gewohnten Einheit des Thieres, auf seine organisch verbundenen Theile, beygetragen haben mochte). Da aber denn doch der Unterschied in der Leitungsfähigkeit dieser beyden Theile für das in der Kette umlaufende Fluidum eben nicht so groſs ist, folglich auch ihre Action nicht

*) Von dem letzteren redet Herr Volta wie von einer ausgemachten Sache, ohne den Beweis dafür anzuführen; ich werde dies aber weiter unten, und zeigen, daſs die Circulation so lange Statt hat, als die Kette geschlossen ist.

beträchtlich seyn kann, und wirklich ist, so war es kein Wunder, wenn er nicht eher an jene Heterogeneität dachte, da dieselbe nur bey einem hohen Grade der Erregbarkeit der Organe merkliche Abweichungen von der gemeinen Erfahrung verursachen konnte, wie alle erfahrene Experimentatoren über diesen Gegenstand, zugeben müssen. Er stellte vielleicht seine meisten Versuche zu einer Zeit an, wo die Erregbarkeit der Theile eben nicht so groſs ist, (wie z. B. im Sommer); vielleicht geschah die Präparation derselben nicht schnell genug; oder, der Versuch wurde nicht den Augenblick nach der Präparation vorgenommen. Alles Umstände, die Abweichungen von der gemeinen Regel äuſserst selten machen muſsten, so daſs man, wenn man ja bisweilen auf sie stieſs, sie ohne Beschwerde anderen Ursachen, z. B. einer nicht bemerkten, nicht in die Augen fallenden, doch aber existirenden, geringen Verschiedenheit der Metallstücke u. s. w., zuschreiben konnte, und anfangs wirklich zuschrieb. Erst wie er, (a. a. O. S. 126.), die ohne feste leitende Körper gelingenden von Valli angestellten, und ihm nachher bey der Wiederholung ebenfalls zugetroffenen Versuche erklären will, wo bey hoher Erregbarkeit ein Froschschenkel schon zuckt, wenn man mit dem umgebogenen Ischiadnerven desselben den tendinösen Theil des Musculus gastrocnemius berührt, — erst hier wird er genöthiget, die Verschiedenheit dieser Theile anzuerkennen, (oder — wenn dies vielleicht schon vorher geschehen war — Gebrauch davon zu machen). Nimmt er diese wirklich existirende Heterogeneität der Consequenz gemäſs bey jedem Versuche, wo sich Muskel und Nerve zugleich in der Kette befinden, an, (was er gewiſs jetzt

schon gethan haben wird), so widerspricht ihm ein groſser Theil der gegen ihn gerichteten Versuche gar nicht mehr. Auch die so selten positiven Fälle ohne Kette, die Herr von Humboldt zuerst entdeckte, sind nicht gegen ihn, da auch nach ihm eine Störung des Gleichgewichts des in den Leitern enthaltenen Stoffs erfolgt, wenn auch der Kreis nicht vollständig ist, wenn nur zwey verschiedene Leiter, z. B. Zinn und Silber, sich berühren, — eine Behauptung, die sich auch durch andere Versuche streng erweisen läſst. In dem Versuche, wo ein Froschschenkel zuckte, wenn ein Stück Zink, worauf sein Nerve lag, von einem andern Stück Zink, oder mit Silber, berührt wurde, ohne die Kette zu schlieſsen — in diesem Versuche des Herrn von Humboldt hatte ohne Zweifel bey der ersten Berührung des Nerven mit dem Zink eines von beyden dem andern abgegeben, es sey dies nun etwas Nervenfluidum, was aus dem Nerven in den Zink, oder, es sey dasjenige, dessen Bewegungsgesetze Volta, in der Meinung, daſs es Electricität sey, untersuchte, und in den Zink, oder aus diesem in den Nerven, übertrat, — genug, es leidet keinen Zweifel, daſs die Zinkunterlage etwas mehr oder weniger, von etwas oder etlichem, besitze, als vor der Berührung mit dem Nerven. Kommt jetzt mit diesem Metallstück ein zweytes homogenes Stück Zink in Berührung, so wird, da Bestreben nach Gleichgewicht, und kein Hinderniſs dazu, da ist, dieses etwas bekommen oder verlieren, um nun gleichen Gehalt mit dem ersteren Zinkstück zu haben. Bey einem von Zink verschiedenen Metall, u. s. w., das mit ihm in Berührung tritt, ist eine noch stärkere Gehaltsveränderung zu vermuthen, wodurch aber,

eben so gut, als bey der vorigen schwächeren, weil sich der Gehalt des Nerven hierbey von neuem mit dem Gehalt der Metalle ins Gleichgewicht setzen muſs, in dem ersteren eine Veränderung vorgeht, die, bey einem (freylich sehr) hohen Grade von Erregbarkeit, denselben wirksam zu reizen, beträchtlich genug ist.

Die übrigen Erscheinungen bey diesen und ähnlichen Versuchen lassen sich ebenfalls sehr gut erklären, und das endliche Resultat — um es kurz zu wiederholen — ist:

Daſs kein einziger bis jetzt gegen Herrn Volta aufgestellter Versuch im Stande sey, das von ihm Festgesetzte, sobald er es auf die oben angezeigte Art berichtiget, umzustoſsen:

— so wie auch ich bey vielem Experimentiren noch keinen gefunden habe, der dieser Theorie widerspräche. Wohl aber denke ich Ursache zu haben, glauben zu müssen, daſs, und zwar vorzüglich, bey den Ketten ohne feste Leiter, die erfolgende Wirkung nicht nur dem äuſsern Einfluſs, dessen Gesetze Volta aufsuchte, allein zuzuschreiben, sondern in mehreren Fällen wahrscheinlich zum Theil auf Rechnung anderer besonderer, bald zu erwähnender, Umstände komme.

6.

Bis jetzt lehrten eine Menge Versuche und Beobachtungen, daſs das in der Galvanischen Kette Umlaufende, nicht Wasserstoff, nicht Sauerstoff, fast auch, daſs es nicht Electricität, sey; — daſs ferner es nicht nöthig sey, daſs das im Nerven secernirte Fluidum in

der Kette mit circulire, wie es die Theorie des Herrn von Humboldt annimmt, und wenn dies ja unter günstigen Umständen geschehen möchte, daſs dies wenig oder nichts zur Wirkung beytrage. Es fragt sich, was das Wirksame denn sonst sey? — Die richtigste Antwort für jetzt ist ohnstreitig diese:

Es sey etwas auch auſser den Organen Vorhandenes, jedoch in diesen, darum weil sie Leiter desselben sind, ebenfalls Enthaltenes; nichts mit dem Nervenfluidum Identisches; Etwas, das sich bis jetzt noch nicht sichtbar darstellen lieſs, dessen Daseyn wir aber aus seinen Wirkungen schlieſsen müssen; und über dessen Natur wir einzig und allein aus seinem, — oder, wenn es zusammengesetzt wäre, seiner Bestandtheile, — verschiedenem Verwandtschaftgrade zu Körpern, deren chemische Natur wir kennen, Aufschlüsse erhalten zu können, Hoffnung haben.

Sehr merkwürdig ist es, daſs die von Herrn Volta bey seinen neuen Versuchen über die Richtung (Vertheilung) der Electricität der Metalle, wenn sie durch Berühren zweyer unter einander erregt wird, aufgefundenen Resultate ganz mit denen über die Richtung des Laufs des Galvanischen Reizes übereinstimmen. Dem Herrn D. Michaelis (in Haarburg) gehört die Ehre der ersten Entdeckung über diesen Gegenstand, die er bereits im Herbst 1796

machte*), — sie wurde indessen mir, durch Gren's Neues Journal der Physik, B. IV. Heft 1., erst nach Ostern d. J. bekannt, nachdem ich schon mehrere Wochen zuvor, bey anderer Gelegenheit und unter andern Umständen, das Nemliche gefunden, und bereits durch mehrere Versuche erweitert hatte. Ich habe nachher über diesen Gegenstand noch viele Versuche angestellt, und aus ihnen das Resultat ziehen können, daſs bey den Metallen der reizende Stoff aus dem, dem Sauerstoff am wenigsten verwandten Metall in das, was die stärkere Verwandtschaft zu ihm hatte, strömte. Bey dem Braunstein, den ich in mancherley Zustande versuchte, ging der Strom, wenn er mit Reiſsbley, den den Einfluſs leitenden Erzen, und den sämmtlichen Metallen, in Verbindung trat, allemal von ihm aus. Der Analogie nach muſste dies auch, da er schon mit Sauerstoff gesättiget ist, folglich die allerwenigste, oder gar keine Verwandtschaft, dazu mehr hatte. Bey Reiſsbley, verbunden mit Erzen, Kohle, und Metallen, strömte das erstere allemal aus, — Erze mit Kohle oder Metallen, strömten ebenfalls in die letzteren über. — Mit Sauerstoff bereits gesättigte Flüſsigkeiten, z. B. vollkommene Säuren, strömen, mit festen Körpern, allemal in diese über. — Noch nicht mit Sauerstoff verbundene oder solche Flüſsigkeiten, die oxydirbare, (nicht oxydirte),

*) Schon Herr D. Pfaff stellte absichtlich Versuche darüber an, es gelang ihm aber noch nicht, ein bestimmtes Resultat daraus zu ziehen, so schön sich auch, da man dies nunmehr einmal hat, der Erfolg seiner Versuche erklären läſst.

Bestandtheile aufgelöst halten, hingegen, mit festen Leitern in Verbindung, bekamen von letzteren den Stoff zugeschickt. — Aus dem mit Sauerstoff gesättigten Körper ging der Galvanische Reiz also allemal in den noch nicht mit Sauerstoff, oder wenigstens noch nicht damit bis zur Sättigung verbundenen. und aus dem festen noch nicht oxydirten Körper, allemal in den flüſsigen, wenn er von derselben Art war, über*). — Alle diese Actionen haben verschiedene Stärke, und ich habe eine zahlreiche Menge von Versuchen angestellt, um die Gröſse der Actionen vergleichungsweise mit andern (nicht willkührlich) zu messen, wobey ich oft sonderbare und merkwürdige Verhältnisse aufgefunden habe. Das Ganze läſst mich hoffen, die Idee eines Galvanometers**) einst realisiren zu können.

Uebrigens ist es aus Allem wahrscheinlich, daſs dieser Stoff mit der Electricität = wenigstens in sehr nahem Zusammenhange stehen müsse, und diese vielleicht immer seine Begleiterin ist. Knochen, Flamme, u. s. w., könnten allenfalls, gleich einem Colatorium, diese durchlassen, jenen zurückhalten. — Sonst glaube ich noch keinen Versuch zu haben, der auf etwas Zusammengesetztes, auf Zerlegung dieses Zusammengesetzten, wenn es in Thätigkeit gesetzt

*) Man sieht hier leicht, wie viel sich die Chemie, von den thierischen Organen als Reagens, zu versprechen hat; ein Gegenstand, der ganz vorzüglicher Untersuchung werth ist.

**) Ein schicklicherer Nahme läſst sich hier noch nicht geben; weiter unten wird man ihn leichter finden können.

wird, hinweist; immer schien sich nur etwas Einzelnes zu zeigen.

Ich wage es ferner noch nicht zu bestimmen, wie, und warum, es bey Berührung verschiedener Leiter in Bewegung gesetzt wird, denn aus dem blossen Capacitätsunterschiede läſst sich nichts erklären, und eine Verwandtschaft zum Uebermaaſs, die etwan der Körper von gröſserer Capacität haben sollte, wodurch das Gleichgewicht aufgehoben würde, anzunehmen, widerstreitet aller Vernunft. Die Auffindung der Ursachen dieses Phänomens bleibt also noch der Zukunft vorbehalten, und alle Vermuthungen, die ich hierüber aufstellen wollte, würden wenig nützen, vielmehr schaden können.

7.

Ich komme zu dem Nervenfluidum zurück. Wir fanden, daſs es nicht selbst das seyn könne, was in den Muskel einströme, um dort Contraction zu verursachen. Indeſs geht doch Etwas in den Muskel über, und dieses Etwas läſst sich durch Unterbindung, Durchschneidung, oder sonstige Störung der Nervenstructur, aufhalten. Auch der Strom des Stoffs in der Galvanischen Kette, wenn er diesem Etwas auf dem Wege zum Muskel begegnet, hält, nach Maaſsgabe seiner Stärke, dasselbe entweder zum Theil, oder ganz, auf, dahingegen, wenn sie beyde gleiche Richtung nehmen, der Stoff der Kette den Lauf desselben zu beschleunigen scheint, weil es jetzt mit mehr Heftigkeit beym Eintritt in den Muskel wirkt, als wenn es, sich selbst überlassen, weder aufgehalten noch beschleunigt wird, in welchem Falle es ungestört in den Muskel übergeht.

Da es nun ziemlich ausgemacht ist, daſs das im Nerven abgesonderte Fluidum die Bedingung sey, unter welcher derselbe wirksam gereizt werden könne, indem sich das Product der Reizung bey gleich groſsem Reize, wie die gegenwärtige Menge dieses Fluidums verhielt: so ist es fast gewiſs, daſs es dasjenige enthalte, was den für die Muskeln bestimmten Stoff ausmache, der, wenn er zuvor von seinem Bindungsmittel befreyt ist, bey hinlänglicher Menge und gehöriger Erregbarkeit der Organe, beym Eintritt in den Muskel die Contraction desselben verursacht. In dem Nervenfluidum muſs also eine Veränderung vorgehen, wenn dieser feinere Bewegungsstoff ausgeschieden werden soll. Man sieht, daſs das Product dieser Veränderung gleichzeitig mit dem Anfange der Circulation des Stroms in der Galvanischen Kette erfolgt. Diese ist ohne Zweifel die nächste Ursache jener Veränderung, und sie muſs auf irgend eine bestimmte Art einwirken. Man sieht nun ferner, daſs das Product der Veränderung im Nervenfluidum Ein und dasselbe ist, sie sey durch den Stoff der Galvanischen Kette, oder durch mechanische, oder durch sogenannte chemische, oder endlich durch Seelenreize, hervorgebracht. Diese Veränderung ist also gewiſs nicht specifik, sondern nur graduell, nach dem Verhältniſs ihrer Gröſse, unterschieden, wenn auch gleich die Dinge, die sie bewirken, verschiedener Natur sind. Alle diese Dinge scheinen daher auf Eine Art einzuwirken, die sie alle mit einander gemein haben. Da wir daher nicht, und durch kein einziges Factum, befugt sind, chemische Einwirkung anzunehmen, — (wie sollte z. B. wohl ein Stückchen Glas, womit man den Nerven wirksam reizt, chemisch wirken?) — so bleibt uns nur

noch die mechanische übrig, und diese anzunehmen, steht uns, (glaube ich), nichts im Wege. Dieses ist meiner Meinung nach also die Art, wie alle auf das Nervenfluidum Einfluſs habende Dinge zuletzt auf dasselbe wirken, und die Erschütterung der zarten Theile des Nervenfluidums, die es bey dieser Art Einwirkung erleidet, scheint es zu seyn, welche dessen Zerlegung veranlaſst. Man darf nicht fragen, wie diese Erschütterung, (oder wie man es sonst nennen möchte), bey der Einwirkung des in der Galvanischen Kette Strömenden Statt haben könne. Man erinnere sich nur an das analoge Factum, daſs der schnelle Durchgang einer starken Electricität durch einen Metalldrath, denselben in einem Augenblicke schmelzen kann! — Hier hält man es für keinem Zweifel unterworfen, daſs die Electricität, (wenigstens gröſstentheils), anders als durch mechanische Ursachen, dieses Phänomen bewirke, so wie sie auf dieselbe Art die Structur der thierischen Organe, die zum Bestehen des Phänomens der Reizbarkeit nöthig ist, zerstört. Um wie viel mehr wird nicht ein vielleicht noch feinerer, durch Schlieſsung der Kette in weit schnellere Bewegung gesetzter Stoff, in dem so zarten Nervenfluidum einen beträchtlichen Eindruck machen müssen? — wenn dies Nervenfluidum auch schon, wie es die Erfahrung lehrt, selbst Leiter des Stoffs der Galvanischen Kette ist. Auch der Metalldrath war Leiter der Electricität. — Es ist nun begreiflich, wie zwey plötzliche Uebergänge, nemlich der des Galvanischen Stoffs aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung, und aus diesem wieder zur Ruhe, nach Maaſsgabe ihrer Gröſse so auffallend auf dasselbe wirken müssen. Es wird nun be-

greiflich, wie Druck, Stofs, Stechen des Nerven oder des Muskels, (der auch dies Fluidum, aber nur durch den Nerven, enthält,) etwas Aehnliches hervorbringen müsse, nur dafs hier bey weitem die Wirkung nicht so heftig seyn kann. Es wird ferner begreiflich, wie und warum auch die Electricität, in kleinen oder grofsen Quantitäten, beym Eintritt in den Nerven oder Muskel, wirksam reizen mufs. Ferner: warum der Nerve ebenfalls gereizt wird, wenn sich derselbe in einer electrischen Atmosphäre befindet, die plözlich verstärkt, oder geschwächt, oder aufgehoben wird; so wie die Einwirkung der Electricität des Tourmalins, die des Magnets, (wenn sich die letzte einst noch beweisen sollte, wie ich wohl nach Versuchen glauben möchte, ob sie gleich sehr geringe zu seyn scheint,) und anderer Dinge, nichts Auffallendes mehr haben kann. Ja selbst das plötzliche Austreten des angehäuften Nervenfluidums in einen andern Körper, kann wahrscheinlich schon, in einigen Fällen, die zur Veränderung nöthige Erschütterung, obgleich bewiesen nur in schwachem Grade möglich, hervorbringen; und hierauf wies ich oben bey Erwähnung der positiven Fälle des Galvanismus in den Ketten ohne Metall, u. s. w., und bey den Fällen ohne geschlossene Kette, vorzüglich hin. — Ueberall also wird sich die Veränderung im Nerven nur nach der S t ä r k e der Einwirkung richten.

8.

Das Product nun dieser im Nervenfluidum vorgehenden Veränderung bedarf aber einer F o r t p f l a n z u n g oder F o r t l e i t u n g nach der organischen Vereinigung des Nerven mit dem Muskel, wenn jene

Veränderung in einem aufserhalb dem Muskel gelegenen Stück seines Nerven vorgeht, und diese Fortleitung, was sehr merkwürdig ist, und durch alle Versuche bewiesen wird, ist nur die specifike, bis zur feinsten Zertheilung im Muskel ununterbrochene, nicht beträchtlich, (wie z. B. durch Druck, Unterband, Durchschnitt, u. s. w.,) gestörte organische Structur des Nerven oder solcher seiner Theile, die minder von einander abhängig zu seyn scheinen, zu bewirken im Stande; eine Fortleitung, die auch der vollkommenste Leiter des Galvanischen Einflusses, sobald er nicht jene durchaus nothwendige Bedingung enthält, d. i., der zu dem zu contrahirenden Muskel gehörige, organisch mit ihm verbundene Nerve selbst ist, nicht zuläfst. — Und auf diese Leitung mufste dieser Bewegungstoff auch nothwendig eingeschränkt seyn; wie wäre sonst irgend eine Bewegung eines einzelnen Theils des thierischen Körpers möglich? — Hier widerlegt sich also die von Humboldt'sche Meinung aufs neue; denn das Nervenfluidum, was, als solches, nach ihr die Bewegung bewirken sollte, ist nicht so, wie der eigentliche Bewegungsstoff, dessen Entstehung und Fortleitung ich jetzt beschrieben habe, in seiner Verbreitung nur an den Nerven, (oder, wie ich vermuthe, nur an gewisse Theile desselben,) allein gebunden, sondern mehrere, vielleicht alle Körper, die den Einflufs der Kette leiten, sind fähig, dasselbe mit dem Nerven zu theilen, wenn sie mit ihm in Berührung treten, (z. B. Muskelfleisch, nasser Schwamm, Wasser, u. a. K.,) und lassen ihm nur so viel davon, als nach Verhältnifs seiner Masse, und vielleicht auch seiner specifiken Capacität,

ihm zukommt. — Hieraus erklärt sich nun das merkwürdige Phänomen bey Unterbindung und Durchschneidung des Nerven, wo die Reizung, bey dem gewöhnlichen Grade von Erregbarkeit, nur erfolgt, wenn, auch ein gleich nur noch so kleines, unterhalb des Unterbands u. s. w. befindliches Nervenstück, aber doch nothwendig immer eines, von isolirenden, das Nervenfluidum nicht sonderlich ableitenden Körpern, z. B. der Luft, umgeben ist. Denn, nur hier findet der circulirende Stoff der Kette eine Stelle im Nerven, wo die Intensität seines Fluidums beträchtlich genug ist, um durch die in ihm vorgehende Veränderung ein hinlänglich grofses Product unmittelbaren Muskelreizes oder Bewegungsstoffes aus ihm zu scheiden.

Wenn dieser Bewegungsstoff nun ferner nur durch diese einige Leitung des Nerven zum Muskel, oder den Stellen in demselben, wo die Zusammenziehung entsteht, gelangen kann, und wenn, —. wovon ich bis jetzt noch kein entgegengesetztes Beyspiel weifs, — ohne diesen Stoff der Muskel nicht contrahirt werden kann: so folgt, dafs, wenn ein Muskel wirksam gereizt werden soll, er durchaus einen mit ihm organisch verbundenen, noch Nervenfluidum secernirenden, oder wenn er bereits keines mehr secernirt, wenigstens noch etwas davon enthaltenden Nerven, haben müsse, der dem äufsern Einflufs mehr oder weniger, aber doch immer wirklich, ausgesetzt sey. Man konnte aber auch in der That bis jetzt keinen Muskel mehr zur Contraction bringen, wenn man aus demselben vorher, — freylich bekanntlich sehr un-

vollkommen, aber für diesen Zweck um desto beweisender, — so viel als möglich alle Nerven entfernt hatte. Und ist dies nun wirklich so, so läſst es sich aus den bis jetzt gemachten Galvanischen Versuchen schlechterdings noch nicht entscheiden, ob das Leben des Nerven ohne die Irritabilität des Muskels, (unter welcher ich hier das Vermögen, oder die Fähigkeit desselben, durch eintretenden Bewegungsstoff contrahirt zu werden, verstehe,) oder diese ohne jenes, bestehen kann, da für die reizbare Muskelfaser kein anderes Reagens, als der organisch mit ihr verbundene lebende Nerv, und für das Leben dieses kein anderes, als die organisch mit demselben verbundene noch reizbare Muskelfaser, existirt.

Wie nun aber der in die Muskelfaser eintretende Bewegungsstoff daselbst die Contraction bewirke, dies ist mir bis jetzt noch ein Problem, dessen Lösung ich indeſs nicht für unmöglich halten möchte, wenigstens vermuthe ich, daſs die specielle Structur dieses Muskels viel dazu beytrage. — Sondert vielleicht die Muskelfaser, so wie der Nerve, einen besondern Irritabilitätsstoff ab, der sich bey der Contraction mit dem Bewegungsstoff verbindet? —

9.

Bis jetzt sprach ich bloſs von dem, was die Bewegung hervorbringt, aber noch habe ich über die Art, wie auf die Empfindung gewirkt wird, nichts gesagt. So dunkel mir nun auch im Ganzen dieser Umstand ist,

so ist es mir doch gelungen, folgendes merkwürdige Gesetz *) zu entdecken:

> Auf die Bewegung wird nur in den Augenblicken der Schliessung und Trennung der Kette gewirkt, hingegen die Empfindung wird so lange hervorgebracht, als die Kette geschlossen bleibt.

Man wuſste schon bisher, daſs der Geschmack auf der Zunge, wenn sie ein Glied der Kette ausmacht, so lange fortdaure, als die Kette geschlossen ist. Man schrieb indessen dies, (vielleicht mehr aus Scherz,) der groſsen Beweglichkeit der Zunge zu, die auch in physischer Rücksicht eben so schwer, als oft in moralischer, zum Stillstehen zu bringen sey. Man dachte sich hier nur entstehende, und von neuem verschwindende Ketten, die unaufhörlich mit einander abwechselten, vermöge welcher allaugenblicklich das geschehe, was im Muskel nur in den von einander beträchtlich entfernten Augenblicken der Schliessung und Trennung der lange Zeit geschlossenen Kette geschieht. Man schien daher zu glauben, hier keine Ausnahme zu finden. Dazu kam noch, daſs man den Versuch, wo das Auge Glied der Kette ist, bisher nicht mit der erforderlichen Genauigkeit anstellte, und wegen Mangel an gehöriger Uebung in diesen Versuchen, nicht gehörig anstellen konnte; — sonst würde es unmöglich gewesen seyn, nicht eher die wichtige Wahr-

*) Nur für einige Fälle glaubte man es bisher annehmen zu müssen. Vergl. von Humboldt a. a. O. S. 196.

heit zu entdecken, daſs der Lichtschein im Auge, (und der ihn oft begleitende stechende Schmerz,) so lange fortdauere, als die Kette geschlossen ist. Es würde hier zu weitläuftig seyn, die zu dem Gelingen dieses Versuchs nöthigen Vorsichtigkeitsregeln anzugeben. Genug, daſs das Resultat seine Richtigkeit hat, und daſs es uns in der Folge vielleicht Nutzen schaffen kann. Schon jetzt kann man dem zu Folge vermuthen, daſs es nicht Ein und Dasselbe im Nerven sey, dessen Afficirung auf Empfindung und Bewegung zugleich Einfluſs habe, und dies ist schon wichtig. — Daſs übrigens Unterband und Durchschnitt des Nerven die Fortpflanzung dessen, was Empfindung veranlaſst, aufhält, ist sehr bekannt, und beweist zugleich, daſs es nicht das von Herrn von Humboldt entdeckte Nervenfluidum sey. Der Umstand, daſs es Krankheitszustände giebt, in denen die Empfindlichkeit der Theile verloren ist, wenn noch Beweglichkeit zurückbleibt, und umgekehrt, ingleichen, daſs bey den meisten Nervenreproductionen die Beweglichkeit allein wiederhergestellt wird, ferner, daſs man nur ganze Muskeln (mehr oder weniger) durch Willkühr bewegen kann, da man hingegen bey der Empfindung sehr kleine Stellen an denselben unterscheidet, u. s. w., — dies läſst uns vermuthen, daſs auch die Leitungen dieser Dinge verschieden von einander seyn müssen.

10.

Zur Erregung des Einflusses, der in der Galvanischen Kette existirt, waren, wie wir oben gesehen haben, alle Leiter desselben geschickt, sobald wir sie

nur in zweckmäſsige Verbindung mit einander setzten, und der Grad der Erregbarkeit der Organe der Gröſse des angewandten Reizes angemessen war. Aber manche unter jenen Körpern zeichnen sich durch eine ganz vorzügliche Wirksamkeit aus. Dahin gehören alle Metalle, Erze, die das vererzte Metall im regulinischen, oder diesem nahe kommenden Zustand enthalten, die Pflanzenkohle. der Graphit, mehrere kohlenhaltige Mineralien, und der natürlich vorkommende Braunsteinkalk. — Soviel nur zählte man noch vor nicht gar langer Zeit besonders wirksame Körper, die man gewöhnlich mit dem Namen: Excitatoren, belegte. Erst Herr Volta machte vor etwa einem Jahre zuerst darauf aufmerksam, daſs es noch weit mehrere gebe, die aber nicht wie jene im festen Zustande, sondern im flüſsigen, sich befänden. Ich habe ebenfalls Versuche darüber angestellt, und das gemeinschaftliche, das des Herrn Volta bestätigende, Resultat ist, daſs auch

Alle Laugensalze, sie seyen ätzend oder kohlensauer, die Auflösungen der für sich in Wasser auflösbaren luftleeren Erden, alle Säuren, die oxydirte Salzsäure nicht ausgenommen, alle aus diesen mit den Laugensalzen, Erden, und Metallkalken entspringenden salzigten Verbindungen, wenn, und je mehr, auflöslich sie in Wasser sind, alle Schwefellebern, die Verbindungen der Laugensalze mit den Erden und Metallkalken, sofern sie in Wasser auflöslich sind, die Seifen, die Zuckerauflösung, der Weingeist, und ihn enthaltende Flüſsigkeiten, die Auflösungen der in ihm auflösbaren Körper (z. B. Harze) in demselben, alle mucilaginöse,

glutinöse Flüſsigkeiten, Blut, Milch, die übrigen thierischen Theile und Feuchtigkeiten, alle Pflanzenextracte, (auch Moschus- und Opiumextract.) alle Gummiauflösungen, Pflanzenschleime, u. s. f., — daſs alle diese, zwar in verschiedenem Grade, aber doch meist vorzüglich, dazu geschickt sind, eine beträchtliche Action in der Kette, unter schicklicher Verbindung mit einander, und den vorhin genannten festen Leitern, zu erregen.

Und in der vorzüglichen Excitationsfähigkeit eines, besonders des salzigten Theils dieser Stoffe, und dem Umstande, daſs oft zwey an und für sich starke Excitatoren, wenn sie in chemische Verbindung kommen, einen schwachen geben, — in dem Nichtwissen dieser Umstände, liegt der Grund zu den Irrungen in den Resultaten, die der Herr von Humboldt aus seinen so merkwürdigen Versuchen über Unterdrückung und Wiederherstellung oder Erhöhung der Nervenreizbarkeit, gezogen hat.

11.

Soviel ist das Hauptsächlichſte, was ich aus den bis vorigen Donnerstag, (den 26ten October,) gemachten Versuchen, theils mit Gewiſsheit, theils mit Wahrscheinlichkeit, folgern zu können glaubte.

Aber ich hatte mich geirrt, ich hatte nicht auf alles gehört, was die Natur sagte. Folgendes sey der Beweis davon.

Indem ich eben (— am genannten Tage —) mit Versuchen über die Excitationsfähigkeit dieses und jenes Körpers, und über die Richtung der Strömung, wenn er mit mancherley andern Körpern in Verbindung

trat, beschäftigt war, — mich wunderte über die Resultate, die ich erhielt, — mich fragte, warum diese Mittel, die hier so wirkten, gerade auch so wirksame Arzneymittel sind, — drang sich mir plötzlich der Gedanke auf:

„Wie? — Ist *Lebensprocefs beständi-* „*ger Galvanismus* unzähliger mit „und durch einander verbundener „Ketten?" —

„Ist *Leben und Organisation das Pro-* „*duct* desselben?" —

„Alle thierischen Theile, die dort, (im „thierischen Körper,) in so mancher- „ley Verbindung stehen, lauter ge- „schlossene Ketten bilden, sind ja „*alle* verschiedene Leiter für den „Galvanischen Einflufs, und *alle* in „verschiedenem Grade!" —

„Es *mufs* ja also *auch dort* nothwendig „dieselbe Action der Ketten Statt „haben, wie in meinen Versuchen „mit dem todten, noch reizbaren „Thier, nur dafs sie dort auf unend- „lich mannichfaltige Art in einander „eingreifen, die Action dieser Kette „die einer andern modificirt, u. s. w. „wie ich es hier auch sehe!" — —

„*Gesundheit* ist *also zweckmäfsige* „*Harmonie der Actionen* dieser Ket- „ten?" —

„*Krankheit* — *Disharmonie?*" —

„*Die Kunst des Arztes,* was ist sie „anders, als — *Wiederherstellung*

„*der vorigen Harmonie*, indem er „die Action dieses oder jenes Ket- „tensystems vermehrt oder vermin- „dert?“ —

Wenn er dem Kranken Arzneymittel reicht, was thut er weiter, als dafs er neue wirksame Glieder in die Kette bringt, wodurch die Action derselben vermehrt oder vermindert wird, wie es sein Zweck fordert? — Wenn er äufserlich Quecksilbermittel, flüchtiges Liniment, und tausend andere Dinge, einreibt, auflegt, was geschieht anders — was mufs anders geschehen, als modificirte Kraftäufserung jener Ketten? — Sind nicht gerade auch die in so kleinen Mengen heftig wirkenden Arzneymittel solche Körper, die auf die Action in dem Galvanismus, und ihre Aenderung, so viel Einflufs haben? —

Kurz: es öffnet sich hier ein Feld zu unübersehbaren neuen Forschungen, und neuen Entdeckungen, zum Wohl der Menschheit. Am Studiertische kann vielleicht einst noch der Arzt das Mittel suchen, was seinen Kranken retten soll, wenn er aus Versuchen die Gröfse der Action seiner Kette weifs, — weifs, wie viel sie Aenderung bedarf, — weifs, was sie bewirken kann, — und nun Versuche anstellt, was gerade die Action einer ihr ähnlichen Kette so und so ändert.

Wir haben nun Hoffnung zur Lösung so manchen Problems in der Physiologie, der Heilkunde, der Psychologie, der Pflanzenphysiologie, der Physik, der Chemie, der Mineralogie und Geognosie, ja — selbst der Landmann hat neue Vortheile zu erwarten. Denn

überall, in der ganzen Natur, findet sich das Princip, was Sie mir von nun an

— *Lebensprincip* —

zu nennen erlauben! —

Zu beweisen, daſs ich nicht zuviel sage, — es durch Versuche zu beweisen, daſs ich bey weitem nicht alles erschöpfen würde, wenn ich Stundenlang Sie damit unterhalten wollte, — dies wird mir Stoff geben, den ich künftig abzuhandeln, die Ehre haben werde.

Jetzt ist es Zeit, daſs ich abbreche, daſs ich Sie überlasse dem, was Sie mit mir bey der Erblickung dieses Meisterstücks der Natur empfinden; — lassen Sie uns ihr danken, daſs sie es uns wies.

Sie ferner zu fragen, sey künftighin unser einziges Geschäft, eingedenk der vortrefflichen Lehre Baco's:

Non arctandus est mundus ad angustias intellectus, sed expandendus intellectus ad mundi imaginem recipiendam, qualis invenitur.

Anmerkung. Vorstehende Abhandlung sollte nach ihrer Vorlesung anfangs, so wie sie war, in einem Journale abgedruckt werden. Daher auch die verschiedenen Anmerkungen. Sein Herausgeber aber schickte sie wieder zurück, — welches ich für ein Zeichen nahm, daſs sie so nicht des Druckes würdig sey. Dies veranlaſste eine völlige

Umarbeitung und Erweiterung derselben, aus welcher dann das Buch entstand, welches unter dem Titel: Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite. Nebst neuen Versuchen und Bemerkungen über den Galvanismus. Mit Kupfern. Weimar, im Verlage des Industriecomptoirs, 1798. (Ostermesse) 8. (XX. u. 174 S.) bekannt geworden ist.

R.

II.

Schreiben an F. A. von Humboldt bey Uebersendung des Beweises, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite; — im Junius 1798.

Inhalt.

Neue Versuche über die Unabhängigkeit der Galvanischen Action von der Gegenwart thierischer Theile in der Kette. — Ueber das nach Galvanischer Reizung des Nerven von ihm nach dem Muskel Gehende, oder vom eigentlichen Nervenfluidum. — Ueber Humboldt's Nervenatmosphäre, ihre Insensibilität, aber sehr hohe Leitungsfähigkeit. Beweis von beyden und Folgen daraus. — Klagen über einige Sätze aus Kant's metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft. — Nachtrag einiger Zeichnungen zu meinem Beweis u. s. w. — Anmerkungen zu §. 16 desselben. — Ueber die Identität von Licht und Wärme. — Daſs Lichtbrechung mit Wärmecapacität im umgekehrten Verhältniſs stehe. Daſs Wärmecapacität = specifischem Gewicht >< Verhalten zum Sauerstoff, u. s. w.

— Ich gebe mir die Ehre, Ihnen beyliegende Schrift zu überreichen. Warum? — davon habe ich in ihr selbst den Grund angegeben. Aber noch fehlt ein vorzüglicher. Sie verdankt Ihnen zugleich gewissermaſsen ihr Daseyn. Sie thaten an mich im vorigen Jahre die mir sehr schmeichelhafte Forderung, Ihnen einige Bemerkungen über Ihr vortrefliches Werk, zu Folge meiner Versuche, mitzutheilen. Sie wissen, wie unvollkommen dieselben waren. Was hätte mich aber stärker reizen können, meine Versuche fortzusetzen, als gerade dieser Umstand. In meiner Lage konnte sich mir kein besserer Weg anbieten, Ihnen den schuldigen Dank dafür zu sagen, als jetzt bey der Herausgabe dieser Bogen. Ich will an keine Entschuldigung denken über das Miſsverhältniſs zwischen meiner Pflicht und dem Grade der Erfüllung derselben. Sie fällt gröſstentheils auf die Natur des Gegenstandes selbst zurück, und das reinste Interesse für Wahrheit auf meiner Seite, rechtfertiget die Freymüthigkeit, mit der ich sprach, wo es Wahrheit galt. Habe ich dadurch eine eben so freye Beurtheilung verdient, so darf ich mich versichern, daſs am Ende doch aus meinen Bemühungen einiger Vortheil für die Wissenschaft erwachsen werde.

Jetzt erlauben Sie mir noch einige Bemerkungen und Zusätze zu meiner Schrift, die ich, da sie eigentlich nicht in die ihr vorgeschriebene Sphäre gehörten, vor der Hand noch nicht beygefügt hatte. Rechnen Sie es meiner Unbekanntschaft mit der Literatur, und meiner Vorliebe für den Gegenstand an, wenn ich Ihnen Dinge sage, die Sie vielleicht längst wissen, und bereits weiter ausgeführt haben.

S. 111. finden sich, bey den Versuchen über die Fortdauer der Wirkung während dem Geschlossenseyn Galvanischer Ketten, einige Beobachtungen, nach welchen sich, — nachdem es in den folgenden Blättern ausgemacht scheint, daſs mit dem Bogen *n* Fig. 64., oder *n*, *m*, und *r*, Fig. 65., oder *n*, *m*, und *p*; Fig. 72., keine neue Action in die bereits geschlossene Kette komme, sondern nur eine in ihr bereits gegenwärtige, und zwar nur an der von *n*, *m*, *r*, oder *p*, umfaſsten Stelle, Modificationen erleide, sey auch selbst der genannte Bogen ein noch mit seinen Muskeln organisch vetbundener reizbarer Nerve, wie *c* in Fig. 73., — schlieſsen zu lassen scheint, daſs die Intensität der Action in einer Galvanischen Kette, gar nicht im Verhältniſs stehe mit der Erregbarkeit des in ihr enthaltenen Organs, sondern, allen Anzeigen nach, ohne merklichen Unterschied Statt habe, das Organ sey sehr, oder wenig, oder gar nicht mehr, erregbar. (Vergl. S. 141. 142.) In Fig. 73., wo bey *n* der Nerve stark unterbunden (durchschnitten, u. s. w.) und *n i* vor der Hand wegzudenken ist, zuckt, (nach mit *f* und *e* geschlossener Grundkette,) nur der Schenkel *d*, nicht zugleich *a*, wenn der Nerve *c* des erstern das zwischen *n* und *i* gelegene Nervenstück an zwey Punkten berührt, (und er zuckt, bey gleichbleibender Erregbarkeit seiner selbst, genau, wie andere Versuche erweisen, im Verhältniſs des Grades der in der Kette vorhandenen Action;) *a* zuckt erst mit, wenn *c* unterhalb *n*, zwischen *n* und *a*, auf ähnliche Art an zwey Punkten berührt. Wenn nun *c* erst Wirkung in die Kette brächte, warum zuckt denn im ersten Falle *d* nur allein, da ja, wie längst bekannt ist, die Action in der Kette als solcher, durchaus nicht durch Nerven-

unterband (u. s. w.) aufgehalten wird? — Der Schenkel *d* von *c* zuckt auch, wenn das oberhalb *n* gelegene Nervenstück weggenommen, und ein nasses Schwammstück an seine Stelle gelegt wird; ja *d* zuckt auch, wenn nun vollends auch *a* und sein Nerve aus der Kette herausgenommen wird, und *f*, so wie *e*, das Schwammstück, nur am entgegengesetzten Ende, armirt, also in beystehender Fig. *A* *), sobald *c* das Schwammstück *rr* an zwey Punkten berührt. *d* zuck nicht mehr in (der nach No. 1. in §. 11. unwirksamen Kette) Fig. *B* **); wohl aber wieder in Fig. *C* ***). Hat man zwey Schenkel, wie in Fig. *D* ****), so zuckt, wenn, (wie bisher) *f* Silber, und *e* Zink, bedeutet, *β* bey der Schliefsung in *c* oder *d* am stärksten oder allein, bey umgekehrter Lage von *f* und *e* aber, *α* am stärksten, und, (statt vorhin der Regel nach *α*, jetzt) *β* bey der Trennung. (In Fig. *A* und *C* ist diese Ordnung bey gleichen Verhältnissen der Excitatoren, natürlich dieselbe.) — Sonderbar ist ferner der Erfolg in folgenden Versuchen."

(Hier folgen sämmtliche Versuche, welche ich nachher in m. Beyträgen zur nähern Kenntnifs des Galvanismus, B. I. St. 2. §. 76. S. 234. — 238. [Fig. 136 — 145.] habe abdrucken lassen, wohin ich also die Leser verweise.)

*) S. Fig. 1. auf den zu diesem Werke gehörigen Kupfertafeln.

**) S. Fig. 2. daselbst.

***) S. Fig. 3. daselbst.

****) S. Fig. 4. daselbst.

„Nach diesen Versuchen wäre also das Vorhandenseyn von Wirkung unter der Form eines in sich zurücklaufenden Zirkels (dynamischer Zirkulation) in der Galvanischen Kette als solcher, ohne Gegenwart von thierischen Theilen, sehr wahrscheinlich, so lange andere Thatsachen nicht ausdrücklich das Gegentheil beweisen; wie aber kaum zu erwarten steht, da die Nothwendigkeit der Allgemeinheit jener Wirkung unter der bekannten Form einer geschlossenen, nach dem zweyten Gesetz in §. 11. (meiner Schrift) aus festen und flüssigen Electricitätsleitern construirten Kette, wie ich durch Erfahrung überzeugt zu seyn glaube, a priori, und damit noch so manches Andere, was theils bisher vorkam, theils noch vorkommen wird, erweisbar ist. Ein sehr unvollkommener Beweis davon, besonders von dem letzten, ist das, was ich §. 27. über das Verkehr zwischen Galvanismus, Electricität, und Chemie, gesagt habe. So neu daselbst auch der aufgestellte Begriff über Electricität, als partiellem dynamischen Procefs, (Einung einer Differenz, nicht wie man bisher sagte: Trennung einer Einheit oder Zerlegung in Verschiedenes,) scheinen mufs, so sehr bin ich überzeugt, dafs es der einzig mögliche richtige davon sey, und dafs wir durch ihn zugleich über vieles Aufklärung erhalten werden, was uns bisher noch dunkel war. Ich enthalte mich vor der Hand noch jeder Ausführung, um durch ihre Unvollkommenheit nicht das zu verderben, was eine vollkommene so unumstöfslich gewifs darthun mufs. Das bestimmteste Criterium ihrer Richtigkeit wird seyn, dafs ihr nichts in der Erfahrung widerspricht. Ich glaube daher auch nicht fürchten zu dürfen, dafs die thierischen Organe etwas von der Würde durch

sie verlieren werden, in die sie jedem unparteyischem Naturforscher durch Thatsachen, besonders durch die des Galvanismus versetzt seyn müssen. Unendlich merkwürdig wird immer, und der eindringendsten Untersuchung würdig, jene Thätigkeit seyn, die, durch die in der Kette als solcher beym Treffen des reizbaren Nerven in diesem veranlaſst nach dem Muskel propagirt, deren Leitung aber durch ganz andere Bedingungen, als die der in der Kette als solcher, bestimmt wird, wie alle Versuche unleugbar darthun; und niederschlagend würde in der That der Gedanke seyn, durch kein Experiment etwas über dieses von jeher sogenannte eigentliche Nervenfluidum ausmachen zu können, (da es keinen anderen Behälter und Leiter dafür, als bloſs den noch ungestört organisch construirten reizbaren Nerven, und also, da sein Geburtsort, beständig das Gefängniſs desselben, und zuletzt sein Grab wird, giebt, indem schon Unterband und Durchschnitt seiner Leiter ein Isolator für dasselbe ist, so wenig auch dadurch — ein wichtiges Argument gegen die Identität beyder — die Leitung der Thätigkeit der Kette als solcher an Güte verliert), wenn nicht andere Umstände eine reinere Ansicht dieses räthselhaften Stoffs, und damit bestimmtere Auskunft über denselben, (analog den Messungen des Geometers, der auch das miſst, wozu er nicht unmittelbar kommen kann,) — wodurch er aber wohl zugleich aus der Reihe der Stoffe (des Seyns) entfernt, (und in das des Werdens versetzt,) werden möchte, — versprächen. Aeuſserst merkwürdig wird jene, die Thätigkeit der Galvanischen Kette leitende, von Nerven im Zustande (gewöhnlicher Erregbarkeit wenigstens in ihnen, bey) hoher Erregbarkeit (aber) um sich verbreitete

Atmosphäre, oder, da sie, (im letzten Falle nemlich,) nichts reines, sondern Product zweyer Factoren, ist, der von dem thierischen Organ als solchem herrührende Theil desselben, bleiben, so schwer es auch halten, wenn nicht unmöglich seyn möchte, seine, oder des Products, was er bilden hilft, der Atmosphäre ihre, Sensibilität zu erweisen, da die durch die Galvanische Action und jeden andern Reiz im Nerven als solchem veranlaſste (edlere) Thätigkeit, (das Nervenfluidum der ältesten Zeiten,) welche durchaus keine andere Leitung, als den ungestört organisch construirten reizbaren Nerven, kennt, keinesweges von ihr, (der Atmosphäre,) (oder ihm, dem vom Organe herrührenden Factor derselben,) so sehr auch mancher Versuch dafür zu sprechen scheine, geleitet wird, da sie (oder er) selbst ganz anderen Leitungen gehorcht, als diese, indem sie sich auch mit Conti*G*uität der leitenden Masse allein, anstatt daſs diese (Nerventhätigkeit) mit nichts anderem zufrieden, durchaus Conti*N*uität der ungestörten organischen Structur fordert, begnügt, und deshalb auch nicht selbst dasjenige seyn kann, was nach dem zu contrahirenden Muskel strömt, oder in dem die Strömung geschieht, da unterbundene und durchschnittene Nerven, ja durch Schwammstücke geflickte, (Verwandlung der Conti*n*uität der organischen Structur in Contiguität,) immer noch Leiter und mögliche Behälter jenes die genannte Sphäre bildenden Stoffs sind, und demohngeachtet die Propagation der edleren Thätigkeit des Nerven, die doch ganz eigentlich die Empfindung bestimmt, oder empfunden wird, selbst bey der höchsten Erregbarkeit isoliren; — nach welchem allen

also diese Atmosphäre (....) nicht selbst sensibel, sondern nur, — wodurch sie zugleich in der thierischen Oekonomie eine an Wichtigkeit jener nicht nachstehende, wenn nicht durch ihre Erweisbarkeit jene bey weitem übertreffende Function hat, — wegen ihrer aufserordentlich guten, die aller übrigen bekannten Körper übertreffenden, Leitungsfähigkeit für die Thätigkeit der Kette als solche, (— welche bewiesen wird dadurch, dafs sie bey der Mischung mit dem so beträchtlichen Nichtleiter des Galvanismus: der Luft, ein doch wirklich leitendes Product, [die von Ihnen zuerst in empirisehe Anschauung gebrachte, den Nerven umgebende Atmosphäre, wovon Sie den vom Organe herrührenden Factor, wie ich glaube, unter dem Namen: Galvanisches Fluidum, verstanden,] giebt, was selbst die so ziemlich guten Galvanischen Leiter, das Wasser, der Aether, in Verbindung mit Luft, nach Ihren eigenen Beobachtungen, [Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, B. I. S. 84.,] nicht, selbst da noch nicht, wo das Product der Mischung den gröfseren Gehalt des Leiters gegen den geringeren des Nichtleiters, [d. i., nahe an der verdampfenden Flüfsigkeit,] hat, thut, ja dem selbst das Wasser in den von Ihnen [a. a. O.] S. 220. erzählten Fällen als Leiter noch nachstand, —) der vorzüglichste Zuleiter der die Thätigkeit des empfindenden Nerven erregenden Action des, wie ich glaube, erwiesen allgemeinen Galvanismus im Thierkörper und ihrer Modificationen, nach dem alleinigen Sitz und Leiter aller Empfindung, dem Nerven, und, als ein, obschon von jedem verschiedenen nicht gleich viel, doch von allen Gliedern der unendlich mannichfaltigen Galvanischen Ket-

ten im Thierkörper, im Ganzen beträchtlich unterschiedener, und damit, da Differenz der Qualität ihrer Glieder eben der Bestimmungsgrund ihrer Thätigkeit ist, als gemeinschaftliches Glied und Medium aller dieser Ketten, den Grad ihrer Action, und damit den Zustand des ganzen Systems, nicht wenig bestimmender, und Modificationen ihrer und desselben bewirkungsfähiger Stoff, durch seine eigene damit verbundene Zerstörung der Begründer seiner Wiedergeburt im Nerven, und dadurch Mit-Erhalter der Fortdauer des organischen Spiels ist. — Eben so merkwürdig wird jener Procefs bleiben, der, durch Reizung veranlafst, in den Nerven und Muskeln, oder überhaupt in jedem Theile eines organischen Körpers, beginnt, und wie durch ihn Veränderung der Raumerfüllung u. s. w. bewirkt wird; so gewifs es auch ist, dafs wir näher als je der glänzenden Periode sind, wo wir auch diese Processe unwidersprechlich der allgemeinen Mischungslehre, oder, (mit Weglassung dieses symbolischen Ausdrucks,) bestimmter, der allgemeinen Dynamik des Universums unterworfen, und aus ihr erklärt sehen werden; obschon noch beträchtliche Revolutionen in den bisher üblich gewesenen, selbst den, (wie man bis jetzt dafür hielt,) geläutertsten dynamischen Vorstellungsarten, vorausgehen müssen. Bis jetzt zeigte die Metaphysik der Natur in ihren Compendien, ohne dafs sie vielleicht daran dachte, mehr auf, was sie eigentlich zu erklären habe, als dafs sie es wirklich erklärte, und nicht selten scheint sie im Zirkel zu gehen wenn sie nemlich z. B. Anziehung durch Attractions-, Zurückstofsung durch Repulsionskraft erklärt, ohne Attraction und Repulsion selbst zu erklären, und ich zweifle auch daher sehr, dafs dieses für

ein künftiges wahres dynamisches Natursystem die höchsten Principien seyn werden. Wer hat je nach ihnen begriffen, wie nur eine körperliche Grenze, Figur einer Raumerfüllung, zu Stande komme? — Wer hat je die Sättigung dieser entgegengesetzten Kräfte zu einer ruhenden Qualität, wer je das ächt quantitative Verhältniſs derselben, begriffen? — Und wenn aus der unendlich möglichen Mannichfaltigkeit dieser gradualen Verhältnisse die so mannichfaltige Qualität der Materie hervorgeht, und wenn der chemische Proceſs Einung differenter gradualer Verhältnisse der beyden Grundkräfte, und jener mit dieser bestimmt, ist, warum besteht doch zum Beyspiel das Gold neben der Wasserstoffluft (— oder ist hier keine Differenz in den Gradverhältnissen der Grundkräfte?—) ohne Uebergang zu Einem? — Und warum ist nicht längst das Universum zu Homogeneität verflossen? — Was giebt denn jenem Streite entgegengesetzter Kräfte Dauer, was bestimmt denn überhaupt eine Wechselwirkung, ein sich - entgegen - Kommen differenter Gradverhältnisse zu Einem? — Doch ich breche ab, um noch einiges Andere zu bemerken.

Ein unvorhergesehener Umstand nöthigte mich, die Zeichnungen zu meiner Schrift eher abzusenden, als ich §. 21. und 22. der ersten Abtheilung im Manuscript fertig hatte, zu welcher Zeit ich eben erst mit den Versuchen, die so unleugbar die Fortdauer der Wirkung in Ketten aus blos thierischen Theilen darthun, bekannt geworden war, weſshalb ich bey Angabe der Zeichnungen noch nicht glaubte, aus ihrem Erfolge mit Wahrheit auf nichts anderes, als die fortdauernde Wirkung in der Kette, schlieſsen zu dürfen. Ich fand aber bald, daſs ich das wirklich durfte, und

ich fügte sie, als mir sehr willkommen, noch meiner Schrift, S. 137. Z. 17. u. f. bey. Nachher fand ich den Erfolg dieser Versuche noch öfter, und da aus der angezeigten Ursache die Zeichnungen dazu fehlen, so will ich sie hier, mit dergleichen, angeben."

(Es sind die nemlichen, welche ich später in meinen Beyträgen u. s. w. B. I. St. 3. S. 115—119. [Fig. 154—161.] beschrieben habe.)

„Aus dem bereits angeführten Grunde wurde ich ebenfalls genöthigt, S. 147. Z. 10. u. f. mehrere an sich schon verwickelte Versuche mit Hülfe der wenigen Figuren 75. 76. zu beschreiben, wodurch sie, ohngeachtet der sehr genauen Beschreibung, noch verwickelter scheinen mufsten. Ich füge hier die erläuternden Zeichnungen bey.

Zu S. 147. Z. 10. u. f., Fig. 5. und 6.*), wo *g* und *f* nassen Schwamm, *i* Zink, *p* links wieder Zink, *p* rechts aber Zinn, Bley, Eisen, oder so weiter, bedeutet.

Zu S. 147. Z. 25., Fig. 5., mit dem Unterschiede, dafs *p* links, wie *p* rechts, Silber bedeuten. Dasselbe gilt von Fig. 6. für S. 147. Z. 28.

Zu S. 147. Z. 31. bis S. 148. Z. 10., Fig. 7—9., wo *g* und *f*, wie vorhin, nassen Schwamm, und *pp* Silber, *ii* aber Zink, *k* Zinn, *l* Bley, *m* Eisen, *n* Kupfer, *o* Wismuth, und *α* endlich den Ort, wo die Kette geschlossen wird, bedeutet. In allen diesen drey Ketten ist Ruhe bey der Schliefsung in *α*. —

*) S. die Kupfertafeln.

Ehe ich indefs schliefse, kann ich nicht umhin, noch einige Worte über die in §. 16. meiner Schrift entdeckte beständige Gegenwart von Licht im Auge zu sagen, weil es mir Gelegenheit giebt, Sie zugleich auf etwas sehr Wichtiges aufmerksam zu machen.

Es ist mehr wie zu bekannt, dafs beym Auffallen der Lichtstralen oder Durchgehen derselben, auf oder durch eine Raumerfüllung, nach der In- und Extensität jener, und der Intensität.... oder Permeabilität dieser, auf oder in ihr, mehr oder weniger, immer aber wirkliche — Wärme entsteht. Das geschieht, wenn die genannte Raumerfüllung ein Stein, Metall, Holz, Knochen, Glas, Eis, Wasser, selbst Luft, u. s. w., ist. (Dafs Lichtstralen auch nach dem Durchgange durch durchsichtige Körper Wärme veranlassen, wissen wir eben so gut, da die Sonne uns durch die durchsichtige Luft, da sie Metall, Holz, u. s. w., in unsern Zimmern, nach dem Durchgange durch das durchsichtige Fenster, erwärmt, ja selbst Holz, u. s. w., unter Wasser von ihr entzündet werden kann.) Man setze nun, wie es die Natur wirklich gethan hat, an die Stelle dieses Metalls...., die (mit allerhand für den Lichtstral permeablen Integumenten [Fenstern] bedeckte) Netzhaut unseres Auges, man lasse die Sonne darauf scheinen, (man sehe in die Sonne,) und in der nun Licht verschluckenden Netzhaut entsteht — Wärme, und das Sonnenbild auf der Netzhaut, das Lichtbild, ist die Form des Entstehens der Wärme, und es ist nun begreiflich, wie, nach der verschiedenen Intensität der auffallenden Lichtstralen, der Grad der entstehenden Wärme, und damit die Intensität des im Auge erscheinenden Lichts, verschieden, und somit überhaupt ein Bild differenten Gehalts zu Stande

gebracht wird. (Die Erklärung der Farben liegt zwar zum Theil auch in dieser Sphäre, zum Theil aber noch weit tiefer, und nicht hierher gehörig.) Kann die Identität des Lichts, des wirklich gesehenen Lichts, und der Wärme, genauer bewiesen werden, als hierdurch? — Mit dieser Ansicht giebt sich auf einmal die bestimmteste und leichteste Erklärung des Beharrens des Eindrucks im Auge, (z. B. der Feuerzirkel bey geschwungenen glühenden Kohlen u. s. w.,) des Blendens, des Gut- und Schlechtsehens, der Zustände der Augen in Bezug auf Licht bey mancherley krankhaften Fehlern derselben, der DARWIN'schen directen und indirecten Augentäuschungen; und da Wärme und Licht hier eins werden, und das Auge nie ohne Wärme ist, was folgt zuerst daraus anderes, als beständiges Licht im Auge? — Das aber ist es, was der Galvanismus so schön darthut. Denn dieser kann Licht im Auge wegnehmen, und nur, was da ist, kann weggenommen werden. Obige Ansicht des Sehens erweckt in uns nicht geringe Behutsamkeit beym Absprechen der Gegenwart von (stralendem) Licht in so vielen Fällen. Wo wir nichts mehr sehen, sieht mancher Vogel noch gut; er sieht aber wahrscheinlich nur auf dieselbe Art, wie wir, dadurch nur, daſs mit dem Verschlucken des Lichts auf seiner Netzhaut Wärme in ihr entsteht, und daſs die Intensität der entstandenen Wärme = Licht, — positiv different von der schon vorhandenen im Auge (— gröſser —) ist, und diese Differenz von ihm bemerkt wird. — Es erhellt übrigens aus diesem Wenigen, daſs die Unterscheidung zwischen Lichtstralen und wirklich gesehenem, sehbaren, Licht, durchaus nothwendig ist, da stralendes Licht, wie man es bis-

her nannte, eigentlich noch gar kein Licht, nichts für sich, ist. Diese genauen Untersuchungen geben ferner die gröſsten Aufschlüsse über die Möglichkeit des gleichzeitigen Erscheinens von Licht und Wärme, (gesehener und gefühlter Wärme,) so wie des abgesonderten, und besonders des sogenannten Uebergangs des einen in das andere, (des stralenden Lichts in wirkliches Licht = Wärme, und der Wärme in stralendes Licht,) bey chemischen, electrischen, Processen, u, s. w. Sie liefern Gesetze für die Wärmecapacität und Lichtbrechbarkeit. Zur Probe nur ein allgemein bestimmendes Gesetz für die Gröſse der Brechung der Lichtstralen. Eine Raumerfüllung bricht die Lichtstralen um so stärker, je geringer ihre Wärmecapacität ist, also im umgekehrten Verhältniſs mit diesen. Man wundert sich, bey den noch so unvollkommenen Resultaten der Versuche über die Auffindung der Capacitäten, über das im Ganzen so genaue Zusammentreffen mit der Erfahrung. Nur einige Beyspiele.

Beym Uebergang des Strals aus der durchsichtigen Masse in die Luft ist, beym Brechungssinus = 1000, der Einfallssinus		Die beobachtete Wärmecapacität
bey Wasser	= 1,333	1,0000
- Kochsalzauflösung	= 1,375	0,8200 (Gadolin)
- Salmiakauflösung	= 1,382	0,7980 (Kirwan)
- Weingeist	= 1,378	0,7407 (Crawford)
- Baumöl	= 1,466	0,7100 (Kirwan)
- Leinöl	= 1,481	0,5280 (Kirwan)
- Terpentinöl	= 1,470	0,4721 (Kirwan)

- Steinsalz	= 1,545	0,2260	(Gadolin)
- Gem. weiſses Glas	= 1,543	0,1921	(Lavoisier)
- Flintglas	= 1,613	0,1740	(Kirwan)

Bestätigt sich bey auf das genaueste angestellten Versuchen jenes Gesetz wirklich genau, so giebt die Brechung der Lichtstralen ein sehr leichtes Mittel, die Wärmecapacität durchsichtiger Körper, sie seyen fest oder flüſsig, aufzufinden. — Der Newton'sche Begriff von der Ursache der Brechung des Lichts erhält Bestätigung, und (zugleich mit der genauen Kenntniſs des dynamischen Processes,) bestimmtere Construction. Es entwickeln sich Gesetze für die Wärmecapacität, wo specifisches Gewicht allerdings einen Factor der Bestimmung, das (nega- oder positive) Verhältniſs zum Sauerstoff aber den andern giebt. Damit kommt Licht über das, was specifisches Gewicht, ja — was Schwere überhaupt, — und wie diese wiederum alles Leben und Weben in der Natur, bestimmt, und es möchte schon jetzt wahrscheinlich werden, was sich einst fest bestätigen wird, daſs, ohne Kenntniſs der Schwere, keine genaue Kenntniſs der Wärme, und der davon abhängenden Erscheinungen, zu erlangen sey, mit dieser aber auch die ersten Grundlinien eines rationalen Systems der Dynamik des Universums „*in majoribus et minoribus mundis*“ zu erwarten seyen. Ist es übrigens, wie es ist, wahr, daſs da, wo Wärme ist, auch Licht sey, (denn beydes ist eines, nur different angesehen,) so erscheint, da wohl nirgends ein absolut wärmeleerer Raum ist, das Universum als ein Lichtmeer — ein Feuermeer. Bedenkt man dann übrigens, daſs Licht und Wärme nur für den, und durch den, Licht und Wärme sind, der

sie sieht und fühlt, daſs aber dieses Sehen und Fühlen ein bestimmtes Wissen, und alles Wissen nur ein Wissen seiner selbst, Selbstbewuſstseyn, Bewuſstseyn eines bestimmten Zustandes seiner selbst, ist, kurz, daſs Licht (in der reinsten Bedeutung) und Bewuſstseyn identisch ist, (und umgekehrt,) dann überrascht den Geist eine feyerliche Ahnung seiner unendlichen Gröſse, eine Ahnung der groſsen Wahrheit, daſs die Natur sein System, und er die Natur sey, und aus „dieser absoluten Identität des Geistes in uns und der Natur auſser uns", stralt uns die erfreuliche untäuschbare Hoffnung entgegen, das groſse Problem aller Naturerscheinungen wirklich lösen zu können. — Aber ich schweige, denn es fehlen mir Ausdrücke, um meine Empfindung in diesem Augenblicke zu schildern. Ihr Gegenstand verursachte ihre Lebhaftigkeit, und dieses mag es entschuldigen, daſs ich Ihre Geduld so lange aufzog. Ich habe die Ehre u. s. w.

III.

Schreiben an A. Volta bey Uebersendung des Beweises, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreiche begleite; — im Junius 1798.

Inhalt.

Ueber Electricität als Ursache der Galvanischen Erscheinungen. — Gründe dafür. — Qualitätsunterschied als erste gemeinschaftliche Bedingung der Electricität und des Galvanismus. — Allgemeinere Betrachtungen über die Natur des Galvanismus, und sein Verhältnifs zum electrischen und chemischen Procefs. Definition dieser Processe, und des electrischen als partiellen chemischen. — Folge daraus über die Identität des electrischen und des chemischen Systems der Körper. — Bestätigung dieser Identität durch ältere Beobachtungen. — Erläuterungen über die Electricitätsaufhebung aus der Natur ihrer Erregung. — Versuch einer andern Construction des Begriffs der Durchdringung. — Nothwendigkeit des Galvanismus in Ketten aus blofs anorgischen Körpern.

Ohne die Ehre zu haben, Sie, verehrungswürdiger Mann! persönlich zu kennen, bin ich dennoch im Besitze eines nicht minder groſsen Glücks. Ich habe Ihren Schriften, besonders denen über die thierische Electricität, so viele Belehrung zu verdanken, daſs es mir unmöglich ist, das sich mir so stark aufdringende Gefühl der Erkenntlichkeit von mir abzuweisen. Ich kann nicht umhin, ihm das schuldige Gehör zu geben, und wenn es selbst mir auch für meinen Theil möglich wäre, es zu umgehen, so gebietet mir doch die Wissenschaft, die durch Sie schon so viel Erweiterung, und Begründung fernerer, erhalten hat, daſs ich das Wenige, was ich auf dem von Ihnen gelegten Grunde fortbauete, und deſshalb nicht als die Früchte meiner, sondern Ihrer Arbeiten anzusehen habe, demjenigen zur ferneren Ausbildung zurückgebe, der sein Daseyn begründete. Freylich fühle ich es lebhaft genug, daſs ich durchaus noch kein Verhältniſs zwischen meiner Pflicht, und dem Grade der Erfüllung derselben, zu setzen vermöge; aber das hindert mich dennoch keinesweges, Ihnen wenigstens zu zeigen, daſs ich mir meiner Schuldigkeit gegen Sie und die Wissenschaft bewuſst, und ihr Genüge zu leisten bemüht sey.

Noch vor der öffentlichen Erscheinung Ihres zweyten Schreibens an Herrn Professor Gren zu Halle, (in dessen Neuem Journal der Physik, B. IV. Heft 1. S. 107. u. f.,) lieſsen mich mehrere Versuche, die ich, abstrahirend von Vorurtheilen, bloſs aus reinem Verlangen nach Wahrheit anstellte, dasjenige ahnen, was Sie am gedachten Orte so überzeugend und schön dargethan haben. Welche Freude für mich! Welche Aufmunterung, etwas zur Verbreitung Ihrer vortrefli-

chen Theorie, die, weit von Hypothesen entfernt, rein aus der Erfahrung geschöpft war, auch in Deutschland beyzutragen, zumal man hie und da bey uns sie durch die dagegen aufgestellten an sich merkwürdigen Argumente eines von Humboldt und Anderer, für sehr beeinträchtigt hielt! Welches Vergnügen für mich, zeigen zu können, daſs diese Widersprüche nur scheinbar seyn, daſs sie sogar zur Bestätigung Ihrer Theorie dienen! — Ich glaubte mich vor der Hand überall bestimmter Äuſserungen über die Natur der Thätigkeit in den Versuchen des groſsen Entdeckers enthalten zu müssen, um so unvermerkt mancher Wahrheit geneigtes Gehör zu verschaffen, vor der Manche sich, (aus für den Kenner leicht zu errathenden Ursachen,) beym Anblick des Wortes: Electricität, vielleicht verschlossen hätten. Hat man sich von jener erst überzeugt, dann wird, wenn die Ueberzeugung von der Identität der Basis dieser und der electrischen Erscheinungen hinzukommt, was sie über kurz oder lang gewiſs wird, man unmöglich widersprechend handeln, und um seines eigenen Vorurtheils willen (dem andern zu Liebe,) die Wahrheit von sich weisen können.

Daſs ich wirklich die Thätigkeit in der Galvanischen Kette für identisch mit der electrischen halte, davon geben Ihnen meine Äuſserungen in dem 27sten Paragraph meiner Schrift einen Beweis. Was gilt doch auch die Aufzeigung jener vier Leiter der Electricität, die „Nichtleiter" des Galvanismus sind, als Argument gegen jene Meinung, wenn man bedenkt, daſs noch keinesweges ausgemacht sey, daſs Knochen, Flamme, heiſses Glas, und verdünnte Luft, durchaus eben so gute Leiter der Electricität seyn, als Wasser, Metalle, u. s. w., ja daſs vielmehr das Gegentheil wahrschein-

lich sey! — Nur, wo die Electricität Widerstand findet, zeigt sie sich als Licht. Der luftdünne Raum also, in welchem die Electricität noch so viel Licht zeigt, kann kein vollkommener Leiter der Electricität seyn, wenigstens kein so vollkommener, wie Metall, und dergleichen. Und ist es wohl bey Knochen, heiſsem Glas, und der Lichtflamme, einerley, ob sie Centner von Electricität, die z. B. in einer geladenen Flasche enthalten sind, oder ob sie Tausendtheile eines Grans, wie es im Galvanismus der Fall ist, leiten? —

Wenn man ferner sieht, daſs mit jeder andern Qualität eines Körpers, ein anderer Grad von Leitungsfähigkeit für Electricität gegeben ist; daſs also Qualitätsunterschied die erste Bedingung zur Erwekkung von Electricität, ja selbst Bestimmungsgrund für das Entstehen von Electricität ist; daſs bey unsern groben Erregungsprocessen an der Maschine, dem Electrophor, u. s. w., groſse Unterschiede der Qualität, auch groſse Mengen von Electricität bestimmen; daſs man sich aber jede Gröſse in beliebig viele dem Ganzen homogene Theile theilbar, in diesem Falle also den groſsen Qualitätsunterschied aus beliebig vielen kleinen zusammengesetzt, und das durch jene groſsen Qualitätsunterschiede bestimmte Groſse, als die Summe der durch alle jene kleinern Theile bestimmten kleinern Gröſsen denken könne, (denn: wie will in das Ganze was kommen, wenn in den Theilen nichts ist? —); daſs also auch ein weit kleinerer Qualitätsunterschied, der aber, so klein er auch sey, noch immer reeller Unterschied ist, (denn im Gegentheile würde er keine Gröſse haben, also nicht einmal klein, kurz, gar nicht mehr Unterschied seyn,) immer noch etwas, homogen dem Groſsen, nur weit und so weit

Kleineres, als um so weit sein Grund kleiner, als der des Groſsen ist, bestimmen müsse; daſs aber, da das Groſse bestimmt Electricität ist, auch das Kleinere bestimmt Electricität seyn müsse: — welcher Denkende wollte dann noch leugnen, daſs auch im Galvanismus, wo auf das Allersichtbareste Qualitätsunterschied der Bestimmungsgrund, ja der einzige Bestimmungsgrund, für Action ist, Electricität erregt, ja daſs nur sie allein hier erregt werde, und so der Galvanische Proceſs, (eingeschränkt auf die Kette als solche,) nur das Resultat des Conflicts mehrerer Electrischer sey.

Aber dieses Resultat muſs verschieden seyn nach der Verschiedenheit des Conflicts, und dieser ist nur verschieden nach der Verschiedenheit der Gröſse und Ordnung der Bestimmungsgründe in der Kette, während das dadurch Bestimmte, identisch der Qualität, und heterogen nur der Quantität nach, ist. Nur von der Ordnung und Gröſse der Bestimmungsgründe hängt es ab, ob die thätige Function der Bestimmungsgründe, gleich mit der Construction derselben, und dadurch der Kette, ihre Endschaft erreiche, oder: ob sie, diese überlebend, in sich selbst zurücklaufend, sich nie einzuholen vermögend, im continuirlichen Werden begriffen, nie zum Product, (zur Endschaft,) gelangen, sondern nur insofern Product seyn solle, als sie nie zum Product, (zur Ruhe,) komme, (d. i., ob in der Kette keine*), oder fortdauernde Wirksam-

*) — wie z. B. bey den Bedingungen, welche das erste Gesetz in §. II. meiner Schrift giebt.

keit*), während ihrem Geschlossenseyn, vorhanden sey.) Da aber das mit dem Qualitätsunterschied gegebene Electricität - Bestimmen, nicht selbst das Bestimmte: Electricität, (das Resultat des Processes, als ruhende Qualität gedacht,) seyn kann, so gewiſs Werden und Seyn verschieden sind; und da in der fortdauernd wirksamen Galvanischen Kette nicht das Bestimmte das Fortdauernde seyn kann, (denn dann wäre es nicht im Zustande der Thätigkeit, sondern der Ruhe, wie es doch nicht seyn soll:) so kann nur das Bestimmen, was allein ächte Thätigkeit ist, das wahre Fortdauernde in der Kette seyn.

Aber in jedem Bestimmen ist auſser dem Bestimmten enthalten ein Bestimmendes, und mit der Fortdauer des Bestimmens nothwendig continuirliche Gegenwart des Bestimmenden gegeben. Nun ist aber das fortdauernde Bestimmen bey bleibender Identität der Intensität seines Moments, und bey bleibender Identität dessen, mit dem das Bestimmen gesetzt, Thätigkeit gegeben ist, (d. i., bey bleibender Identität des Moments der Qualitätsdifferenzen,) nur in sofern möglich, als das im Anfangsaugenblicke des Bestimmens Bestimmte nicht da bleibt, sondern verschwindet; aber, so wahr das Bestimmen mit der Identität seines Grades beharrlich seyn soll, bleibt diese Stelle nicht leer, sondern ein neues Bestimmtes, zwar nothwendig der Zeit nach ein anderes, als das im Moment der Entstehung dieses vergehende erstere, aber doch wieder ein solches, tritt an dieselbe,

*) — bey denen des zweyten Gesetzes daselbst.

und kaum ist es entstanden, so vergeht es schon wieder, damit ein drittes statt seiner die Stelle vertrete, und so fort ins Unendliche. Das Bestimmte des ersten Augenblicks wird also durch sein Dahinschwinden das Bestimmende für das Bestimmte des zweyten Augenblicks, oder vielmehr, sein Dahinschwinden ist von dem Erscheinen eines andern, ihm aber wieder gleichen, begleitet, ja beydes bedingt sich wechselseitig.

Dieses sich-wechselseitig-Bedingen kann sich aber (als Einheit) nicht selbst bedingen; es ist bey der und durch die Construction der Kette, in dem ersten Augenblicke, und damit, (da diese ja in allen übrigen Zeitmomenten dieselbe bleibt,) für alle übrigen bedingt. In dem (nicht durch sich) Bestimmten des ersten Augenblicks kann aber das Bestimmen eines Bestimmten in den folgenden Augenblicken, (als Thätigkeit überhaupt,) nur in sofern gegründet seyn, als dieses erste ursprünglich heterogen, (nur identisch dem Procefs nach, mit dem es entstand, der überall ein partieller dynamischer, d. i., electrischer, und dessen Product überall Product eines partiellen dynamischen Processes, d. i., Electricität, —) ist, denn der Grund jeder Thätigkeit, welcher Art sie auch sey, ist Heterogeneität. Ungleichheit der Summen und Unausgleichbarkeit der Bestimmungsgründe in der Galvanischen Kette ist aber auch die Grundbedingung vorhandener (fortdauernder) Wirksamkeit in ihr, und damit ist, da sich die Begründeten wie die Gründe verhalten, nothwendig Verschiedenheit des für das zweyte Moment Begründeten (Bestimmten) unter sich, und damit — da in der Grundformel wirksamer Galvanischer Ketten, die die möglichst einfache, aber auch

zugleich die, ist, auf die sich auch die verwickeltsten Ketten endlich reduciren, in Fig. 20. meiner Schrift, (gleich Fig. 10. auf den Kupfertafeln zum gegenwärtigen Werk, — wo entweder zwey Individuen verschiedene trockene Electricitätsleiter und eines flüſsig, oder eines ein trockener Leiter und zwey flüſsig, aber verschiedene, sind,) alle drey Bestimmungsgründe α, β und γ, deren jeder durch Berührung zweyer verschiedener Leiter, α nemlich durch a und c, β durch b und c, und γ durch c und a, bestimmt ist, reell verschieden, keiner, auſser im Differiren in der Gröſse, sich gleich, und keine von ihnen wechselseitiger Addition und Subtraction auf die Art, wie z. B. die durch Berührung differenter fester Leiter gegebenen (s. §. 13. meiner Schrift, besonders S. 71. und f.) fähig sind, — indem, (parallel der nach einem sich allgemein bestätigenden Satz, daſs die endliche Action aus dem Conflict mehrerer Bestimmungsgründe in einer mit Gliedern verschiedener Zustände, also an einem von beyden Enden mit einem trocknen, am andern mit einem feuchten oder flüſsigen Electricitätsleiter sich endenden, übrigens aber aus heterogenen bloſs festen oder bloſs flüſsigen Gliedern zusammengesetzten, aber nicht in allen, sondern nur in durch das erste Gesetz in §. 11. durch Anwendung auf einzelne Glieder Galvanischer Ketten näher bestimmt werdenden Fällen, übrigens aus beyden gemischten, Körperreihe, nie gleich ist der durch die durch unmittelbare Berührung beyder Endglieder gegebene Heterogeneität bestimmten Action, anstatt daſs bey durchaus aus bloſs festen Gliedern bestehenden, und folglich auch mit solchen sich endenden Körperreihen, das gemeinschaftliche Resultat von Action nicht ungleich,

sondern genau gleich ist dem [oder der] aus unmittelbarer Berührung der beyden Endglieder hervorgehenden,) weder $\alpha + \beta = \gamma$, noch $\beta + \gamma = \alpha$, noch $\gamma + \alpha = \beta$ ist, und seyn mufs, wenn die Kette in Bezug auf ihre Wirksamkeit nicht neutral seyn, und einer aus lauter festen Leitern ohne flüfsige zusammengesetzten Kette, (vergl. §. 10. S. 28.,) oder der Formel Fig. 19., gleichen soll, — Verschiedenheit auch dessen, was durch das im ersten Moment Begründete für das zweyte, und damit die nemliche Verschiedenheit dessen, was durch das zuletzt Begründete für das nächstfolgende Moment begründet ist, und so fort, im ersten Augenblicke für alle übrigen der Dauer des Geschlossenbleibens der Kette, — und somit natürlicher Weise beständige Fortdauer der Wirksamkeit in ihr, — gegeben.

Das Bestimmte in allen diesen Fällen ist nun, eben so wie bey Electricitätserregung und jedem andern dynamischen Procefs, veränderte Qualität, und in unserm Falle, der die Kette construirenden Glieder. Denn unter Qualität ist eben das dynamische Verhalten und der Grad desselben, eines gewissen Individuums gegen gewisse andere von ihm unterschiedene, welches (Verhalten) bey jedem verschiedenen der letzteren ebenfalls, wenn auch nicht immer der Art, doch wenigstens dem Grade nach, ein anderes ist, verstanden.

Im chemischen Procefs, wie im gewöhnlichen Electrischen, (in beyden Fällen z. B. bey der Berührung differenter Körper, denn auch das Reiben *)

*) — abstrahirt davon, dafs das Reiben zugleich auf Verschiebung der Körpertheile ausgeht, der aber durch die

bey der Electricitätserregung läſst sich als ein unendlich oft wiederholtes Berühren in eben so vielen Punkten ansehen,) beginnt der Uebergang zu der Endqualität, d. i., der Qualität, die jeder der beyden concurrirenden Körper, bey für diese Umstände möglichem erreichtem Maximum der Qualitätsänderung, haben und bleibend erhalten soll, nur Einmal, und mit erreichtem Maximum ist er geendigt. So nicht beym Galvanischen. Hier beginnt, (nach mehreren bereits geendigten [partiellen dynamischen, d. i.] electrischen Processen,) mit der Schlieſsung der Kette ein neuer, dem vorigen gleichend darinn, daſs er, wie jener, auf Aenderung der Qualität ausgeht, aber nicht gleichend darinn, daſs er mit erreichtem Maximum nicht aufhört, wie jener, sondern, — indem das, was er nur immer erreichen kann, wieder die Bedingung und Begründung

die Rigidität des Körpers Hinderniſs gesetzt ist, wodurch Druck, und damit Vergröſserung des specifischen Gewichts, und damit Erscheinen eines Antheils vorher latenter Wärme als freyer, (wie das bey Reiben, Drücken, Hämmern, der Fall ist,) entsteht, (so wie z. B. gehämmertes und damit specifisch schwerer gewordenes Eisen oder Kupfer nach Gadolin's Versuchen geringere Kapacität für Wärme hat, als dasselbe Kupfer ungehämmert, aber auch im specifisch leichteren Zustande,) und abstrahirt von dem, was dieser mechanische Proceſs der Wärmeerregung und die auf diese Art erregte Wärme, zur Modification (hier gewöhnlich Vergröſserung) der Quantität des (hier electrischen) Processes und seines Products, auf uns freylich bis jetzt unbekannte Art, darum aber nichts destoweniger immer wirklich, beyträgt.

eines ihm gleichen Processes ist, — von neuem beginnend, dasselbe wiederum schafft, und so durch sein Daseyn im ersten Angenblick zum Schöpfer desselben im zweyten, und damit im dritten, und allen folgenden während dem Geschlossenseyn und Gleichbleiben der Kette, wird, und so, wie ich mich schon vorhin ausdrückte, im continuirlichen Werden begriffen, nie zum (beharrenden) Product (und damit zur Ruhe) kommt, denn daſs er nie dazu komme, das ist sein Product. Und so scheint sich mir bestimmt zu ergeben, in wiefern Electrischer und Galvanischer Proceſs sich gleich und verschieden sind.

Daſs übrigens derselbe Qualitätsunterschied zweyer Raumerfüllungen auſserhalb der geschlossenen Kette*), weniger zu bestimmen, und das Product sei-

*) z. B. in den von Herrn von Humboldt entdeckten positiven Reizungsfällen ohne Kette, — s. S. 42. ff. u. Fig. 9—13. in s. Versuchen über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, B. I., — wo beym Gebrauch homogener Metalle, wie Zink und Zinn, das bereits mit dem Nerven in Berührung gebrachte Stück, dem noch nicht mit diesem ersten Zinkstück verbundenen gewiſs nur noch dem Namen nach, keinesweges aber im Totum der Qualität, so wenig wie ein eben mit Silber berührtes, und dadurch positiv electrisch gewordenes, oder nach Herrn von Humboldt's Ausdruck: Galvanisirtes, Zinkstück, einem zweyten, aber nicht mit Silber oder andern Electricitätsleitern berührten, völlig gleich, folglich immer eine zu der in diesen Versuchen erscheinenden Veränderung sinnlicher Verhältniſse gehörigen Thätigkeit erforderliche Heterogeneität der Qualität vorhanden ist, (womit zugleich der

nes Einflusses auf thierische Organe geringer scheinen und seyn müsse, als (unter günstigen Verhältnissen) in der geschlossenen Kette; dies ist eben so leicht zu begreifen, als: warum aus einer zum Theil mit Wasser gefüllten an dem diesem entgegengesetzten Ende verschlossenen Röhre, beym perpendiculären Stande derselben, weniger, und dies Wenigere mit weit geringerer Schnelligkeit, herausläuft, als aus einer an beyden Enden offenen Röhre, oder: warum eine Leidner Flasche, deren eine Belegung isolirt ist, durch einen Strom aus der Maschine in die andere Belegung, weit geringer geladen werden kann, und die Summe dieses weit Geringeren in weit späterer Zeit in die Flasche kommt, als dieselbe Gröſse von Ladung bey nicht isolirter Belegung; — und alle Schwierigkeit verschwindet mit einer genaueren Construction des Begriffs von Thätigkeit und den Bestimmungsgründen derselben.

Jede Thätigkeit fordert als absoluten Grund und Bedingung — Verschiedenheit. Einerleyheit, Homogeneität, ist der Zustand des Gleichgewichts, aber wo Gleichgewicht (der Kräfte u. s. w.) ist, da ist Ruhe. Das sehen wir täglich ohne Ausnahme in den Operationen der Natur, und Mechanik und Astrono-

Schein von ganz vorzüglicher Sonderbarkeit des Erfolgs dieser Versuche verschwinden muſs) —

Oder: in der von Ihnen so deutlich dargethanen Electricitätserregung bey Zusammenkunft differenter Metalle (und damit, wie sich vielleicht erweisen läſst, jeder zwey differenter Electricitätsleiter und Nichtleiter.) —

mie führen schon längst und sehr glücklich die Gesetze der Bewegung auf die des Gleichgewichts zurück. Wie kann man sich aber diese Herstellung des Gleichgewichts anders denken, als durch den Uebergang der Verschiedenheit zur Einerleyheit? Und wie ist dieses anders möglich, als durch wechselseitige Annäherung des Verschiedenen zum gemeinschaftlichen Zero, durch allmälige Verminderung des Moments der Differenz bis zur unendlich kleinen, der Null, oder der völligen Verschwindung derselben mit der Erscheinung der Gleichheit? Ja, ist je die Thätigkeit etwas anderes, als selbst die Herstellung dieses Gleichgewichts, als der Uebergang der Verschiedenheit zur Einerleyheit? Wird demnach — und warum sollte hier eine Ausnahme Statt finden — mit jeder Verschiedenheit Thätigkeit gegeben, und hat diese Thätigkeit für bestimmte Fälle, bestimmte Momente, wie sie dies hat: so kann die Gröfse ihres Moments (der Sollicitation) durch nichts und mit nichts anderem gegeben seyn, als durch und mit der Gröfse der Differenz, die ich das Moment der Differenz nennen will. Die sollicitirenden Momente werden sich also in jedem Augenblicke während dem Zeitraum der Thätigkeit verhalten, wie die Momente der Differenzen, und, da die Thätigkeit in Annäherung und Uebergang der Differenz zur Einerleyheit besteht, und, so gewifs dies in einer endlichen Zeit vollbracht werden soll, die Differenz in jedem folgenden Augenblicke geringer, als die im vorigen, ja im letzten Augenblick, in dem der Erscheinung der Einerleyheit, des Gleichgewichts, kleiner, als jede mögliche Gröfse, d. i. unendlich klein, seyn.

Aber was ist es wohl, jenes Unbekannte, was different ist von dem Anderen, und was dieses Andere,

was different ist vom Einen? — Nirgends in der Natur findet man etwas absolut Ruhendes, alles ist thätig, dadurch nur ist sie Natur. Ist also wohl dieses Eine und Andere, sind sie anders etwas, als selbst nur wiederum differente Grade von Thätigkeit, und giebt nur eine, doch immerhin nicht absolute, sondern nur relative, Identität des Grades derselben, den Schein der Ruhe, und des Bestehens, des Seyns?*) Zuwider zwar scheint dies dem Scheine der rohen Erfahrung, dennoch aber erscheint es harmonisch dem prüfenden Forscher. — Doch, ich will ihn vermeiden, den Schein müſsiger Speculation; es sey also jenes Etwas und Etwas auch, was es nur wolle, so ist es, da nur Einung des Differenten als Thätigkeit, und diese nur durch jene, vernünftig gedacht werden kann, und in der Natur nie Eine Differenz allein nur, und mit ihr nur Zwey Verschiedene, sondern der bestimmten Etwase unendlich viele und mannichfaltige vorhanden sind, einleuchtend, daſs nichts Differentes geeint werden könne, ohne daſs das Product dieser Einung, das Geeinte, da es im Mittelpunct der Differenz liegt, aus der es hervorging, um eben so viel different zusammen geworden sey von dem, was mit dem, aus dessen Einung jenes Product entstand, auf gleichen Höhen lag, oder wenn dieses mit Anderem schon in gewisser Entfernung oder Differenz lag, um eben so viel noch weiter entfernt, oder um so viel verschiedener noch

*) „*Intellectus humanus fertur ad abstracta propter naturam propriam, atque quae sunt fluxa, fingit esse constantia.*" Baco.

von ihm werde, als die Geeinten zuvor von Anderen waren, kurz, dafs mit jeder Ausgleichung einer Differenz neue entstehen, und die Summe der verschwindenden Differenzen jederzeit genau gleich seyn müsse der Summe der damit entstehenden neuen. Und so sieht man bestimmt, wie jede Thätigkeit, troz ihres Strebens nach Gleichgewicht, und troz des Herstellens derselben, neue Thätigkeit in demselben Maafse begründe, und so die Natur ihre Ewigkeit sichere, indem sie im unaufhörlichen Streben nach Gleichgewicht nie dieses erlangen, und damit zur Ruhe kommen könne, wie aber dennoch dies Streben nach Gleichgewicht im Gleichgewicht stehe, und dadurch zum allgemeinen Naturgesetz werde.

So gewifs nun auch die entstehenden neuen Differenzen in die allgemeine Natursphäre fallen, so sind dennoch in Bezug auf einen bestimmten endlichen Raum in derselben, verschiedene mögliche Fälle denkbar, nemlich entweder: — alle neue entstandene Differenz fällt in die endliche Sphäre, in der die mit diesem ihrem Entstehen verschwindende schwand; oder: — sie fällt nur zum Theil in dieselbe. Im ersten Falle wird die Differenz in eben der Sphäre zu schwinden genöthigt, und das Moment dieses Schwindens, dasselbe, wie das des vorigen Schwindens, der vorigen Thätigkeit, seyn; im letztern Falle aber wird das Totalmoment der in der Einung des in diese Sphäre fallenden Theils der mit dem Verschwinden der ersten Differenz entstandenen neuen bestehenden Thätigkeit kleiner, als das des vorigen Schwindens, seyn. Ist in jedem dieser Fälle der Fortgang in den nachfolgenden Momenten der nemliche, so sieht man, dafs im ersten Falle das Totalmoment der Thätigkeit in

jedem Augenblicke derselben das nemliche, im zweyten hingegen continuirlich abnehmend, und so für diese Sphäre endlich zur Endschaft gereichend, seyn müsse. (Der Fall, wo das Totalmoment in einer bestimmten endlichen Sphäre zunimmt, gehört nicht hierher, denn es ist kein reiner, von der Art, wie die genannten, da in einem geschlossenen endlichen System, einer endlichen Sphäre, zu Folge des obigen Gesetzes des Gleichgewichts, das Totalmoment einer Thätigkeit, oder was eins ist, das Totum von Thätigkeit, in dem einen Augenblick nie ein gröſseres für den folgenden aus sich begründen kann, und die Vergröſserung des Totums von Thätigkeit also blos mit aus benachbarten endlichen Sphären, wie sie der zweyte Fall beschreibt, [oder der allgemeinen Natursphäre,] in eine bestimmte endliche Sphäre des ersten odet zweyten Falles hinzukommenden Differenzen, gegeben seyn kann.)

Ich wende jetzt diese theoretisch entwickelten Gesetze, die durchaus allgemein gültig seyn müssen, so gewiſs sich jede Naturoperation auf Thätigkeit reducirt, auf practische Fälle an. In den zweyten Fall fällt nach meinem Bedünken der simple electrische (— wo die Qualität zweyer sich einfach, wenn sie gute Electricitätsleiter, oder mehrfach, unendlich oft, und in unendlich vielen Punkten, berührender (reibender) differenter Raumerfüllungs-Individuen mit dem Act der Setzung gemeinschaftlicher Grenze, der Berührung, geändert wird, ohne daſs beyde Raumerfüllungen verschiedener Qualität gänzlich zur Einheit der Qualität übergehen, und deren Um Was natürlich bey jedem von beyden Körpern das Entgegengesetzte dessen beym anderen — wie? davon nachher — seyn muſste —,)

und der einfache chemische Procefs, (— wo zwey differente Raumerfüllungs- Individuen bey der Berührung gänzlich zur Einheit der Qualität so übergehen, dafs Eines das Andere, und das Andere das Eine, gerade um so viel ändert, dafs sie Ein durchaus Homogenes werden, [wie z. B. im Neutralsalz, wo nie ein Stäubchen Alkali....., und ein anderes Säure, sondern jegliches das Mittel von Alkali und Säure, d. i., Neutralsalz, ist;] und wohin noch so mancher bis dahin mit diesem Namen verschont gebliebene Procefs mit völligem Rechte, wie z. B. die Auflösung der Salze in Wasser, Weingeist, u. s. w. gehört.) — In den ersten Fall aber gehört, (vielleicht nebst mehreren anderen,) eine gewisse Combination electrischer Processe, d. i., der Galvanische, (worunter ich blos das, was in der Kette als solcher, abstrahirt von den dadurch veranlafsten Veränderungen im thierischen Organ als solchem, und nicht als blofses Glied der Kette betrachtet, vorgeht, verstehe,) von dem es hinlänglich bewiesen ist, (wie ich zum Theil schon in meiner Schrift dargethan habe,) dafs das Moment der Thätigkeit in der Kette, (sobald nur überhaupt Thätigkeit nicht blos in der Zusammenkunft einzelner Glieder derselben, sondern der Kette, als Einheit, begründet, da ist,) (unter genau gleich bleibender Construction derselben,) in jedem folgenden Augenblick während ihrer Dauer beharrend identisch sey. Aus der Construction des ersten Falles ist es nun deutlich, wie diese Identität des Moments zu Stande komme, und, zusammengenommen mit allem Vorigen, wie sich Galvanischer Procefs vom electrischen und chemischen unterscheide. Denn, dafs im zweyten Falle aus fremden angrenzenden oder der allgemeinen Natursphäre

beständig so viel Differenz herein, als dort heraustrete, also das Totalmoment identisch verbleibe, dieses ist zwar allgemeines Naturgesetz für das absolute Quantum von Thätigkeit in jedem Punkte und Raum des Universums, (— ähnlich dem, wenn nicht unter sich fassend, das Gesetz der Gleichheit der Bewegungsgröfsen bey mitgetheilter Bewegung —,) kann aber eben deswegen, so gewifs relativ und absolut verschieden ist, in relativen Gröfsen, mit denen wir hier, und in aller sinnlichen Erfahrung, zu thun haben, und die wachsen und fallen können, wie es jene nicht kann, nie eintreten; und damit verschwindet zugleich der Schein von Widerspruch, indem die vorhin aufgestellten möglichen Fälle, mit diesem allgemeinen Naturgesetz zu stehen scheinen konnten.

Ich benutze diese Betrachtung, ohne jedoch, was mich zu weit führen würde, zu zeigen, was durch Anwendung dieser Sätze die Physiologie, vorzüglich der Thiere, für Aufhellung erhalte, noch, um, angewandt auf die Erfahrung, Einiges über das Verhältnifs des electrischen Processes zum chemischen auszumachen, und diese Folgerungen durch Thatsachen aus der Erfahrung zu bestätigen.

Zur Definition des chemischen Processes bedürfen wir keiner abstracten Speculation, wir dürfen uns ganz allein an das, was wir mit Augen sehen, halten. Das Characteristische des chemischen Processes ist: Uebergang differenter Materien, d. i. Raumerfüllungen von differenter Qualität, (mittel- und unmittelbarer sinnlicher Verhältnisse,) zu Einer von homogener Qualität, die gleichsam aus jenen zusammengesetzt ist, oder besser, im Mittelpunkt der Differenz der vorigen Qualitäten liegt. Der allgemeine Ausdruck dieses Processes

ist und bleibt Thätigkeit, und hier sehen wir recht sichtlich, wie sie auf Einung der Differenz ausgeht, und mit erlangter Identität endigt. Hier war gänzlicher Uebergang der sichtlichen Differenz zur Einheit. Aber noch läfst sich ein Fall denken, der nicht minder möglich zu seyn scheint, als dieser. Nemlich: es könnten auch wohl nur gewisse (intensive) Antheile zweyer differenter Raumerfüllungen in Eines übergehen, während gewisse andere derselben, als gerade unter diesen gewissen Verhältnissen eben nicht einbar, gleichsam als differentes (immer noch verschiedenes) Residuum zurückbleiben. Nun ist aber wohl nichts in der Natur, was nicht auf das andere wirkte, und doch kann unmöglich immer gänzlicher Uebergang zur Einheit da seyn, denn dann würde wohl längst die Welt ein homogener Klumpen Materie geworden, und damit alle Thätigkeit erloschen seyn; auch folgt diese Unmöglichkeit schon aus der obigen Ansicht der Thätigkeit, und wie damit, dafs einmal in der Natur Thätigkeit gesetzt ist, auch für alle folgende Zeit bis ins Unendliche welche gesetzt sey. Es scheint, als wären wir getrieben, nachzusuchen, ob sich in der Erfahrung nicht wirklich Fälle fänden, wo wirklich das dynamische Verhältnifs, die Qualität zweyer Individuen, durch wechselseitige Einwirkung geändert ist, ohne dafs jedoch beyde Individuen auf einerley Grad der Qualität kämen. Wir hätten sie nirgends anders zu suchen, als da, wo wir eben keinen sogenannt chemischen Procefs finden, wo aber dennoch differente Raumerfüllungs - Individuen gemeinschaftliche Grenze erhalten. Wir suchen und — finden, und was? — Nichts anderes, als einen Procefs, eine Thätigkeit, den oder die wir gemeinhin Elec-

trisch, und deren Resultat wir Electricität, nennen.

Nach dieser Ansicht würde das Schema des chemischen Processes seyn:

$$\underbrace{A \qquad\qquad\qquad\qquad B}_{A + B}$$

d. i., nach dem Proceſs würde jedes Atom des Productes ein aus *A* und *B* entstandenes, und auf dessen Entstehung *A* und *B*, (qualitativ, nicht quantitativ genommen,) verwandt worden, seyn.

Das Schema des electrischen würde seyn:

$$A\left\{\begin{array}{c} \underbrace{a \qquad\qquad\qquad\qquad b}_{a + b} \\ \\ \alpha \qquad\qquad\qquad\qquad \beta \end{array}\right\}B$$

Von *A* sey *a* der Qualitätsantheil, der mit einem Theile von *B*, es sey *b*, sich unter den eben jetzt vorhandenen Umständen einen könne; *α* sey von *A*, und *β* von *B* derjenige Antheil, der diesen Einigungsproceſs nicht begleiten könne, sondern als Residuum *) zurückbleiben müsse. Was wird geschehen? — *a* und *b* werden ein Homogenes geben, dessen jeder Theil aus *a*

*) Merkwürdig, und über das Wesen dieses Residuums einst gewiſs mit Aufschluſs gebend, muſs es seyn, daſs gerade derjenige Theil der Raumerfüllung, dessen gröſseste Gravitation gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet ist, oder wie wir gewöhnlich zwar, aber sehr unbestimmt, sagen, der (für uns,) (mit unsern wiegenden Instrumenten nach gleicher Richtung) ponderable Theil derselben, dieses Residuum ausmacht.

und b entstanden, in dem aber kein Theil als a und keiner als b, sondern jeder das Mittel von der Verschmelzung von a und b ist. Aber dieses Homogene verbreitet sich über Differentes, über α und β, und indem ein Theil $(a + b)$ mit α in ein Mittel schmilzt, dessen jeder Theil aus $\alpha + (a + b)$ entstanden, stellt eben so der andere Theil $(a + b)$ mit β vereinigt ein Mittelverhältnifs dar, dessen jeder Theil aus $\beta + (a + b)$ entstanden ist. Das Endresultat des Versuchs würde daher in obigem Schema seyn, dafs an die Stelle von A und B zwey verschiedene Raumerfüllungen, die ich C und D nennen will, treten, wovon C das Resultat aus $\alpha + (a + b,)$ und D das Resultat aus $\beta + (a + b)$, ist. Ob nun gleich das Resultat ein Verschiedenes auf beyden Seiten ist, so ist dennoch gewifs, dafs sich durch diesen Procefs, ganz dem Begriff der Thätigkeit gemäfs, C und D in der Qualität näher liegen, als A und B. Obige Verschiedenheit finden wir nun bey der Electricität wirklich. Keine Electricität ist ohne die andere, d. i. kein Körper kann Aenderung der Qualität leiden, ohne dadurch andere zu modificiren, und umgekehrt: und man hat jenen verschiedenen Zuständen den Namen positiv und negativ, plus und minus, u. s. w., gegeben.

Ohne nun diese Darstellung, was das Specielle betrift, für unbedingt richtig zu halten, (denn an der absoluten Richtigkeit der Art der Auseinandersetzung des zweyten Schema möchte ich selbst noch zweifeln,) ist es denn doch gewifs, dafs sich electrischer und chemischer Procefs in Einer Hinsicht nicht blofs ähnlich, sondern gleich sind, insofern sich in beyden Fällen Einung einer Differenz nothwendig als das Coexistirende, ja als das den Procefs selbst Constitui-

rende, findet, in anderer Rücksicht aber verschieden dadurch, dafs im chemischen (wenigstens auf einer Seite, im einen Individuum,) kein sinnlich bemerkbares Residuum zurückbleibt, wohl aber im electrischen, wo dies differente Residuum das Resultat des Geeinten auffafst, und mit sich total dynamisch = sogenannt chemisch, verschmilzt, (wodurch man nach geendigtem Procefs eigentlich nicht das reine für jetzt unvereinbare Residuum, sondern ein anderes, findet, was aber ohne jenes unmöglich bestehen kann.)

Aus dieser Identität des electrischen und chemischen Processes ihrer Form nach, (als beyde dynamische Processe,) und aus der Identität ihrer Bestimmungsgründe, folgt unmittelbar, dafs, wenn sich, in Bezug auf sogenannt chemisches Verhalten, gewisse Ordnungen vorfänden, (wie sie sich wirklich vorfinden,) diese zugleich die Ordnungen, in welche sich Körper in Bezug auf ihr electrisches Verhalten stellten, seyn müfsten. Dies scheint beym ersten Anblick schon um so nothwendiger, da ja in jedem chemischen Procefs nothwendig auch ein electrischer enthalten ist, wenn ihm nicht vielmehr vorangehen mufs, nur dafs hier, (beym chemischen,) alle intensiven Theile der Raumerfüllung, statt beym electrischen nur gewisse, geeint werden.

Aber das ist es eben, was aus den wenigen, bisher mehr durch Zufall, als absichtliches Nachdenken darüber, veranlafsten, darum eben aber um desto schätzbareren, Beobachtungen über die Art (wie man gewöhnlich sagt) der Electricität, welche beyde Körper im electrischen Procefs erhalten, folgt. Ich würde mir Vorwürfe machen, Ihre Geduld durch Aufzählung der hauptsächlichsten, Ihnen vielleicht eben so wie

mir bekannten, noch ferner zu ermüden, wenn mir nicht das Vorige die Darstellung derselben zur Pflicht machte.

Bey den Erscheinungen des Galvanismus bemerkt man, daſs, wenn in Fig. 11. meiner Schrift, Zink und Silber die beyden Nerven armiren, bey mittelmäſsiger Erregbarkeit der Organe, gemeiniglich der Schenkel am stärksten oder allein beym Schlieſsen der Kette contrahirt wird, dessen Nerve (mittel- oder unmittelbar) auf dem Zink liegt. Wie schön harmonirt hiermit Ihre vortreffliche Entdeckung, von welcher Sie bereits in Gren's Neuem Journal der Physik, B. IV. S. 128. Nachricht gaben, und die Sie so unwidersprechlich daselbst S. 474. bestätigten, daſs nemlich, bey der einfachen Berührung von Zink und Silber, der Zink positiv, und das Silber negativ electrisch, werde. Ich fand ferner, daſs bey jeden zwey verschiedenen Metallen, oder festen trocknen Leitern des Galvanismus überhaupt, die Contraction auf einer von beyden Seiten am vorzüglichsten oder allein war, und zwar fand ich, daſs in folgender Reihe:

Zink
Bley
Zinn
Eisen
Kupfer
Wismuth
Quecksilber
Silber
Gold
Kohle (gut ausgebrannte)

Erze (welche den Galvanismus leiten, eines von ihnen)
Reiſsbley
Braunsteinkalk (krystallisirter)

bey zwey aus ihr genommenen und an die beyden Nerven zweyer Froschschenkel in Fig. 11. gebrachten Körpern, allemal die Zuckung in dem Schenkel desjenigen Nerven war, der auf dem Körper lag, welcher in dieser Reihe am höchsten unter den gewählten beyden stand, und da die Basis des Galvanischen Processes auf jeden Fall der simple electrische (partiell dynamische) ist, so darf man schon im Voraus mit mehr als Wahrscheinlichkeit erwarten, daſs bey einem dem Ihrigen in Gren's Neuem Journal, B. IV. S. 474. beschriebenen gleichen oder ähnlichen Verfahren, wenn schon bey wenig differenten Metallen, wie z. B. Zinn und Bley, mit Hülfe des Condensators oder Duplicators von zwey aus obiger Reihe gewählten Körpern auch jederzeit derjenige positiv electrisch werden werde, der in obiger Reihe den höchsten Ort behauptet, oder, was eben das ist, auf dessen Seite in Fig. 11. die Contraction bey der Schlieſsung am stärksten oder allein ist. Man erblickt aber sehr bald, daſs die Extreme obiger Reihe, Extreme im Verhalten zu dem ponderablen Theile der Lebensluft, der Verwandtschaft zum Sauerstoff, sind, und beym Zusammenhalten der ganzen Reihe, so weit sie die Metalle betreffen, mit derjenigen Ordnung, in welcher sich die Metalle einander aus der Auflösung in Säuren niederschlagen, und die darum, aus bekannten Gründen die Verwandtschaftsgrade derselben zum Sauerstoff anzeigt, findet sich die gröſste Harmonie beyder, (bis auf das auch anderwärts so viel Ausnahme,

wie z. B. beym Verhalten zum Magnetismus, machende Eisen, was aber dennoch nur wenig aufser jene Ordnung fällt; welche kleine Anomalie gewifs noch von fehlerhaften Beobachtungen, die beym Eisen, und überhaupt bey jedem Metall, was so verschiedener Grade der Verkalkung, wie das Eisen, fähig ist, so leicht möglich werden, mehr, als von einer wirklichen Ausnahme der Naturordnung, herrührt.) Wie stark leuchtet hier eine Ordnung hervor, die es für Chemie so gut, wie für Electricität ist!

Aber weiter! Der Braunsteinkalk mit jedem andern der trocknen Leiter in Fig. 11. angewandt, giebt nie die Zuckung auf seiner Seite, er verhält sich jederzeit negativ. Aber auch beym simplen electrischen Procefs, wurde in Herrn Kortum's Versuchen, (s. Gothaisches Magazin für das Neueste aus der Physik, B. X. St. 2., und daraus in Cavallo's vollständiger Abhandlung der theoretischen und practischen Lehre von der Electricität, B. II. Leipzig 1797. S. 19. Tabelle.,) Braunsteinpulver (der Metallkalk,) beym Durchgange durch ein Sieb von Silber, (oft wiederholter Berührung des Silbers mit dem Braunstein,) negativ, und das Silber, (das Metall also,) positiv, genau wie im Galvanismus. Aber Kortum's Versuche zeigen ferner, dafs dies nicht blofs für den Braunsteinkalk, den einzigen unter den metallischen Kalken, der nach bisherigen Versuchen in irgend einem Zustande Leiter des Galvanismus (und der Electricität,) ist, allein, sondern, dafs es für alle Metallkalke gelte. Alle von ihm versuchte Metallkalke, als: Bleyweifs, Mastikot, Minium, Kafslergelb, Braunschweigergrün, Eisensafran, (blaue Smalte,) Zinkblumen, Wismuthmagi-

sterium, wurden ebenfalls negativ, und das Silbersieb positiv. Hier wird also bey zwey festen Körpern, der mit Sauerstoff verbundene jederzeit negativ, und der noch nicht damit verbundene, aber Verwandtschaft dazu habende, positiv. Aber dieses Gesetz findet auch dann noch Statt, wenn der mit Sauerstoff verbundene Körper flüſsig ist. Jeder beliebige feste Körper obiger Reihe giebt mit einer Säure, welche es auch sey, bey der Schlieſsung die stärkste oder alleinige Zuckung in Fig. 11. immer auf seiner, nie auf der Seite der Säure; im simplen electrischen Proceſs sollte also der feste Körper hier positiv, und der (sauerstoffhaltige) flüſsige negativ werden, und er wird es auch wirklich in den Kortum'schen Versuchen, woselbst alle Säuren, und noch dazu, ganz parallel dem vorigen Falle, wo Verlust der Leitungsfähigkeit das Gesetz nicht störte, im festen, im krystallisirten Zustande, durchs Silbersieb, (so wie auch in den Sieben von andern festen verbrennlichen nicht leitenden Körpern, als Mousseline, weiſsem und schwarzem Tafft, oder Haaren, verfertigt,) gerieben, negativ, das verbrennliche Sieb aber positiv wird. Wendet man beym Galvanismus die Auflösung irgend eines Laugensalzes, oder einer Schwefelleber, mit einem der festen Körper der oftgenannten Reihe an, so ist jederzeit bey der Schlieſsung die Zuckung auf der Seite der ersten. Diese erste aber hat auch Bestandtheile in sich, deren Verwandtschaft zum Sauerstoff die der Metalle dazu weit übertrift. Bey also immer gleich bleibendem Gesetz sollte im einfachen electrischen Proceſs, das Alkali mit dem Metall gerieben, positiv, und dies letztere negativ, also gerade das Umgekehrte von dem Erfolg bey den Säuren, werden, und sie werden es aber-

mals in KORTUM's Versuchen wirklich, und nicht bloſs mit dem Silber, sondern jeder der andern verbrennlichen Materien, aus denen die Siebe verfertigt waren. Alkalien und Säuren, dieser wichtige chemische Gegensatz, ist es auch bey electrischen Processen. Bedarf es auffallenderer Beweise, daſs die Körperordnungen für chemisches Verhalten, es auch für das electrische sind, und können so die Folgerungen aus meiner neuen Ansicht der Electricität, und mit ihnen vielleicht die Richtigkeit dieser Ansicht selbst, schöner bestätigt werden, als hierdurch? —

Doch, ich habe nun zwar den Erregungsproceſs der Electricität deutlicher zu machen gesucht, vielleicht auch gemacht, und damit vielleicht die Schwierigkeit gehoben, die man fühlen muſste, wenn man, sobald man nur erst darauf aufmerksam wurde, die Möglichkeit des Nebeneinanderbestehens entgegengesetzter Electricitäten bey gemeinschaftlicher Grenze in dem Augenblick ihrer Erregung zu erklären suchte, oder überhaupt nur die Möglichkeit einer Trennung der sich sonst (nach der bisherigen Meinung) so innig bindenden entgegengesetzten Electricitäten, (nach welcher Theorie man auch erkläre,) sich verdeutlichen wollte. Aber es kann scheinen, als habe ich eine neue Schwierigkeit an die Stelle der vielleicht gehobenen gesetzt, und damit am Ende nichts gebessert. Worin nemlich besteht der bisher sogenannte Proceſs der Verbindung entgegengesetzter Electricitäten, wenn der bisher sogenannte Proceſs der Trennung sich auf den Proceſs der Einung (Verbindung) reducirt? —

In beyden Fällen ist die Form des Processes eine und dieselbe, nur der Gehalt für die Sinne ist verschieden. Folgendes einfache Beyspiel erläutert dieses.

Es ist so gut wie gewiſs, daſs von den festen Electricitätsleitern der oben angeführten Reihe, namentlich bey den Metallen, dasjenige von zweyen derselben bey der Berührung positiv electrisch werde, welches in der Reihe höher als das andere steht, oder was unter beyden den stärksten Verwandtschaftsgrad zu dem Sauerstoff hat. Bringt man nun zwey verschiedene derselben in Berührung, so werden sich ihre Qualitäten einander so weit nähern, als es die Umstände erlauben, und, gesetzt, das eine sey ein Glied aus der Mitte der Reihe, z. B. Eisen, *A*, und das andere Silber, *B*, so wird dieses Eisen am Ende des Processes näher (in Bezug auf electrisches Verhalten) am Silber, als zuvor, und entfernter vom Zink, wie vorher, seyn. Jetzt bringe man ein anderes Stück Eisen, *C*, mit einem Stück Zink, *D*, in Berührung. Damit wird durch den beginnenden Proceſs möglicher Einung der Differenz, Zink und Eisen wechselseitig sich nähern; man sieht aber leicht, daſs in diesem Falle das Eisen sich dem Silber nicht nähere, wie vorhin, sondern von ihm entferne, indem es sich dem weit tiefer, als es selbst, vom Silber abliegenden Zink nähert. Man setze nun ein drittes weder von Zink noch Silber berührtes Stück Eisen, *E*. Das Eisen *A* des ersten Versuchs wird sich von *E* (qualitativ) entfernt zeigen, und zwar in der Richtung nach dem Silber hin. Das Eisen *C* des zweyten Versuchs hat sich auch von *E*, aber gerade in der entgegengesetzten Richtung, (man sehe die Reihe,) indem es dem Zink entgegengeht, entfernt. Man setze, *A* habe sich von *E* genau eben so viel, als *C*, entfernt. Bringt man nun das von *E* nach dem Silber entfernte *A*, mit dem nach dem entgegengesetzten, dem Zink, entfernten *C*, in Berüh-

rung, so beginnt derselbe Procefs der Einung, wie bey der Electricitätserregung. *A* und *C* kommen sich wechselseitig gleich weit entgegen, und da die Residuen homogen sind, und das homogene Geeinte mit diesen in Eines überfliefst, so ist das Resultat, dafs jedes der beyden Eisenstücke zur völlig homogenen Qualität, und zwar zu der, die sie vor den Versuchen hatten, zurückkehren, d. i. wieder gleich *E* werden. Und so war es derselbe Procefs, der Electricität erregte, und derselbe, der sie wiederum aufhob. Man hat bestimmte Definition dessen, was man unter dem Kunstausdrucke: entgegengesetzte Electricität, unter positiv und negativ, versteht, und sieht das Relative derselben ein: man sieht, wie jeder Gegensatz unendlich viele Grade haben könne. Die Erscheinungen voriger Versuche drückt man kunstmäfsig so aus: bey Eisen und Silber, wurde Eisen positiv und Silber negativ*), bey Eisen und Zink wird Eisen negativ und Zink positiv. Im ersten Falle wurde Eisen um so viel plus, als im zweyten minus; bey der Vereinigung wird sich dies gerade aufheben, und Null geben. Wäre das Eisen nicht mit Zink, sondern mit Zinn berührt worden, so würde, da die Gröfse des Entgegenkommens der halben anfänglichen Distanz gleicht, und hier die ganze Differenz, und damit die halbe, weit kleiner ist, als vorhin, das Eisen sich weit weniger von seinem vori-

*) Sie wurden in entgegengesetzter Richtung gezogen, und mufsten also entgegengesetzte Verhältnisse in der Reihe erhalten haben. Es erläutert dieses die Gravitation ungemein sehr.

Ferner geht aus dem Obigen hervor, wie die Residuen homogen sind, die Electricität möge positiv oder negativ gewesen seyn.

gen Standort entfernen, als vorher, d. h., es würde weit weniger negativ electrisch, als vorhin, seyn, und wenn dieses Eisen, und das mit Silber berührte, *A*, zusammenkommen, wird das entstehende homogene Mittelverhältnifs, was sich über die homogenen Residuen verbreitet, mit diesen verschmolzen, immer ein Resultat geben, was noch höher wie *E* liegt, d. h., beyde Stücken werden noch immer (gleich stark) positiv electrisch, obschon schwächer, wie *A* vorher, seyn.

Es ist leicht, die vorhin dargestellte Ansicht der Erregung und Vernichtung der Electricität auf jede beliebige Gröfse anzuwenden. Bey Ihren Versuchen über die Electricität differenter Metalle, und bey den Kortum'schen, erhält man die Electricität gleichsam aus der ersten Hand der Natur, statt, dafs sie bey der Maschine, dem Electrophor, u. s. w., schon durch mehrere Hände gegangen, und ihre Geburt nicht mehr so deutlich errathen läfst, als hier. — Aber noch habe ich die Phänomene der Leitung, der Vertheilung (deren Bedingungen in so verschiedene Sphären, und zwar die der ersten in die höhere von beyden, fallen,) und mit ihnen die Phänomene des Electrophors, des Condensators, u. s. f., nicht nach jener Ansicht zu erklären versucht, darf es aber auch zum Theil wirklich noch nicht versuchen, indem ich vor der Hand nur Bruchstücke darstellen können, und, um doch den Schein der Vollständigkeit zu geben, die Lücken durch Hypothesen würde ausfüllen müssen, was ich mir aber, wegen des dadurch entstehenden Nachtheils für die Wissenschaft, nicht erlauben darf. Eben so wenig das electrische Hauptphänomen des Anziehens und Abstossens; denn: was nutzen jene Erklärungen, wo man sie durch Stofs (Repulsivkraft) und Zug (Attractiv-

kraft) erklärt, ohne doch Stofs und Zug selbst zu erklären? — Indessen lassen doch manche Betrachtungen auch Lösung dieser grofsen Räthsel erwarten, wenn nur zuvor der dynamische Begriff der Durchdringung, von dem bis jetzt die vernünftige Construction wohl noch in weniger Menschen Köpfe gekommen seyn mag, indem man ihn wohl auf dem Wege, auf welchem man ihn bisher suchte, nicht so leicht finden zu können schien, erst gewonnen seyn wird. Man setze zwey längliche Raumerfüllungen *A* und *B* *) von differenter Qualität, deren einer Theil, (wie im electrischen Procefs mit Zurücklassung des von uns sogenannt schweren Theils,) in beyden sich zu einem vereinige. Man berühre sie in α. Nothwendig werden sie im Punkte der Berührung zuerst auf einander wirken, ihre qualitativ beweglichen Theile einander sich nähern, sich einen, können. Aber damit wird in jedem Körper der Punkt, wo jetzt die Einung geschah, der sich also von seinem vorigen Standort (der Qualität nemlich) entfernte, damit zugleich vom nächstliegenden Punkte *b* in *A*, und in *B* von *b* entfernen, und in dem nächst folgenden Augenblicke eint sich *b* mit α, und eben so β, und zugleich die Producte dieser Einung in beyden. Nun aber ist *b* wieder von *c*, und β von γ, different; es beginnt derselbe Procefs, und so fort bey *d*, *e*, etc., und δ, ε, etc. Aber dieses geht nicht so langsam, als ich es hier schreibe, und man es liest; alles das folgt sich in unendlich kleinen Augenblicken, und in der endlichen, als aus unendlich viel unendlich kleinen Augenblicken bestehend sich denkend lassenden Zeit, in die, so

*) S. die Kupfertafeln Fig. II.

klein sie auch sey, immer electrische Fortpflanzung..... fallen muſs, können unendlich viele jener unendlich kleinen Processe begonnen, und endliche Resultate von jeder möglichen Gröſse dargestellt haben. — Es scheint diese Vorstellung der Durchdringung und sogenannten Actio in Distans weit fruchtbarer, als die bisherige, vorzüglich in Bezug auf electrische Erscheinungen, zu seyn. Die Grenzen dieses Briefes erlauben mir indeſs nicht, es zu erweisen zu suchen. —

Noch aber erlauben Sie mir, als Zusatz zu meiner Schrift, Ihnen einige Versuche über Galvanismus, und zur Entscheidung der Frage, ob die Action in der Kette auch dann Statt habe, wenn keine thierischen Organe in ihr sind, zu erzählen. Es scheint zwar nach allem Vorhergehenden diese Beantwortung kaum nöthig; für den indessen, der, und dies mit vollem Recht, den Beweis dafür schlechthin aus der Erfahrung haben will, ist sie darum vielleicht gut, damit sie ihm zeige, wie das einzige Criterium richtiger Deduction einzig in der absoluten Uebereinstimmung mit der Erfahrung sey, und jene vor dieser sich nicht zu scheuen Ursach habe.

Ich gebrauche hier die nemlichen Worte, mit denen ich, ihrer Wichtigkeit wegen, diese Erscheinungen auch dem Herrn Oberbergrath von Humboldt gemeldet habe."

(Es sind die nemlichen Versuche und Beobachtungen, welche ich nachmals in meinen Beyträgen u. s. w. B. I. St. 2. S. 234 — 238. [Fig. 136. — 145.], und B. I. St. 3. S. 115 — 119. [Fig. 154 — 161.], bekannt gemacht habe.)

„Ich schlieſse jetzt, nach dem......

IV.

Der Madame Fulhame Versuche über die Wiederherstellung der Metalle; — dargestellt in Scherer's Allgemeinen Journal der Chemie. B. I. S. 420 — 444 *).

*) Anmerkung. Das Original der Schrift, deren Inhalt dieser Aufsatz darstellt, erschien schon 1794 unter dem Titel: *An essay on combustion, with a view to a new art of dying and painting. Wherein the phlogistic and anthiphlogistic hypotheses are proved erroneous.* London 8., wurde aber erst 3 Jahre später von Lentin übersetzt, und unter dem veränderten Titel: Versuche über die Wiederherstellung der Metalle durch Wasserstoffgas, Phosphor, Schwefel, Schwefelleber, geschwefeltes Wasserstoffgas, gephosphortes Wasserstoffgas, Kohle, Licht, und Säuren, von Madame Fulhame. A. d. Engl. übers. v. A. G. L. Lentin. Göttingen, 1798. 8. herausgegeben. Ich führe obige Darstellung, die in Scherer's Journal die Stelle einer Recension vertrat, um so mehr wie ein Werk

von mir selbst auf, als ich mir bey ihrem Entwurf, wie die Vergleichung des Buchs der FULHAME mit dieser Darstellung am besten lehren muſs, alle Mühe gab, den Sinn der Verfasserinn wo möglich treuer aufzufassen, als dies ihr selbst vielleicht gelungen war.

R.

Inhalt.

Veranlassung — Reductionsmittel: Wasserstoffgas — Phosphor — Schwefel — Schwefelleber — Schwefelwasserstoffgas — Phosphorwasserstoffgas — Kohle, Aether, Weingeist, Zucker, Gummi, Rauch — Licht — Säuren — Allgemeine Bedingung der Möglichkeit der Reduction in allen Versuchen: Gegenwart des Wassers — Vermittelung aller Reduction durch: Zersetzung dieses Wassers — Schemen daraus für jede Art der Reductionsversuche — Auch alle Oxydation wird durch Wasserzersetzung vermittelt — Beweis und Anwendung dieses Satzes auf einzelne Oxydationsfälle — Jeder Oxydation coexistirt Reduction und umgekehrt; beyde sind gleich groſs. — Blos der Wasserstoff des Wassers kann reduciren; blos der Sauerstoff des Wassers oxydiren; aus dem Wasser allein kann oxydirt und reducirt werden — (Hoffnungen aus dem Ganzen für den Galvanismus u. s. w. — Einzelne Bemerkungen über Licht als Phänomen, und als äuſsere Ursache desselben; über Licht als verbrennlichen Körper; über Wasserstoff als einzigen aus andern Quellen als dem Wasser, oxydirbaren Körper — Notizen zur Geschichte einiger Sätze der Verfasserin.)

Die Eigenschaft der Metalle, aus ihren Auflösungen durch verbrennliche Substanzen metallisch niedergeschlagen zu werden, brachte die Verfasserin auf [421 den Gedanken, sie bey der Bereitung der Gold- und Silberstoffe zu benutzen, und veranlaſste sie zu einer Menge zum Theil interessanter Versuche über diesen Gegenstand. Sie glaubte ihren Zweck erreichen zu können, indem sie weiſsen Seidenstoff mit der sauren Auflösung desjenigen Metalls, mit welchem sie ihn überzogen wünschte, tränkte, trocknete, und darauf dem Einflusse des die Fällung bewirkenden verbrennlichen Körpers aussetzte.

Sie wandte zuerst das *Wasserstoffgas* dazu an, und beschreibt die damit angestellten Versuche im ersten Kapitel. Bey dem ersten Versuche, den sie mit Gold- und Silberauflösung anstellte, erschien die Reduction gewöhnlich nur an einzelnen wenigen Stellen. Aufmerksam auf den letzten Umstand, und sehr besorgt, seine Ursache zu ergründen, fand sie endlich, daſs sie von der Gegenwart wässerigter Feuchtigkeit abhingen, und daſs die Flecken von reducirtem Metall von kleinen Wassertropfen herrührten, die das Gas bey seiner Entbindung, (sie bediente sich des *Nooth*'schen Apparats, in dessen Mittelgefäſs [422 sie das Zeug aufhing,) mechanisch mit in die Höhe gerissen hatte. Sie setzte jetzt den mit der Metallauflösung getränkten Stoff noch feucht dem Gas aus, und nun geschah die Reduction schnell und vollkommen. Auch bey den Auflösungen der übrigen Metalle war Gegenwart des Wassers die Hauptbedingung der Erscheinung des metallischen Niederschlags, welcher beynahe oder gänzlich ausblieb, sobald alle Feuchtig-

keit von dem vorher getrockneten Zeug abgehalten wurde. Königssaures Gold, salpetersaures Silber, die Auflösung des salzsauren Silbers (Hornsilbers) in Ammoniak, schwefelsaures Eisen und Kupfer, essigsaures Bley, salzsaures Zinn, Zink, und Arsenik, salpetersaurer Wismuth, und weinsteinsaures Spiefsglanz, gaben, unter Gegenwart von Feuchtigkeit, metallische Niederschläge; ohne jene blieben sie beynahe oder ganz aus. Neugierig, ob jede Art von Feuchtigkeit dieser Erscheinung günstig seyn werde, tränkte sie Seidenstoff mit königssaurem Gold, salpetersaurem Silber, salzsaurem Kupfer, und essigsaurem Bley, die ersten beyden in Alkohol, die letzten in Wasser aufgelöst und nach dem Trocknen mit Alkohol feucht erhalten. Hier erschien, unter übrigens mit den vorigen gleichen Umständen, wenig oder kein Niederschlag. Goldhaltiger Aether wurde ebenfalls nicht niedergeschlagen, wohl aber bey Hinzukunft wässerigter Feuchtigkeit.

Im zweyten Kapitel erzählt die Verfasserin interessante Versuche über die Fällung der Metalle durch Phosphor. Sie löste denselben hierzu in Aether auf, dessen leichte Verdunstung jenen, (nun in weit mehr Punkten mit der Metallauflösung in Berührung ge-423] brachten,) Phosphor, rein zurückliefs, und zugleich durch die dabey bewirkte Kälte jede anderweitige Oxydation abhielt. Sie stellte Versuche mit der Auflösung des Goldes in Aether, des königssauren in Alkohol, des salpetersauren Silbers in Wasser und in Alkohol, der königssauren Platina, des ätzenden Quecksilbersublimats, und des salpetersauren Quecksilbers, beyder in Wasser, des schwefelsauren Kupfers, und des salzsauren Zinns, an, so, dafs das Zeug, bald mit der Metalllauflösung, bald mit der des Phos-

phors, getränkt, und im letzten Falle jene, im ersten diese, mit dem Zeug in Berührung gebracht wurde; aber nur unter Gegenwart des Wassers, und zwar nach dem Grade derselben, wurden diese Metallauflösungen mehr oder weniger, und, die überhaupt wenig Veränderung erleidende schwefelsaure Kupferauflösung ausgenommen, metallisch, gefällt*). Ferner gab Phosphor und Gold, beyde in Aether aufgelöst, und in einer Tasse gemischt, ein braunes Pulver ohne metallisches Gold; königssaure Goldauflösung in Wasser mit der Phosphorauflösung hingegen, wurde augenblicklich metallisch gefällt. Ein Stück Phosphor schlug aus der Goldauflösung in Aether kein metallisches Gold, sondern, (unter Aufbrausen,) nur ein braunes Pulver nieder, indessen ein anderes Stück Phosphor in königssaurer Goldauflösung in Wasser, sogleich mit Gold überzogen wurde. Salpetersaures Silber in Alkohol gab mit Phosphor nur einen, bald ins Schwarze, bald ins Braune, fallenden Niederschlag ohne metallisches Silber, welches aber sogleich erschien, als die Auflösung in Wasser gemacht war. Phosphor in Dampfgestalt schlug die königssaure Goldauflösung in Was-
424] ser, mit der ein Stück Seidenzeug getränkt war, ebenfalls metallisch nieder.

Das dritte Kapitel enthält die mit S c h w e f e l, als Fällungsmittel der Metalle, angestellten Versuche. Von Dämpfen des brennenden Schwefels bekam mit

423] *) Merkwürdig ist die S. 89. erzählte Wirkung der Phosphorauflösung in Aether auf bloſses Kupfer. Vergl. S. 171.

Goldauflösung in Aether getränktes Seidenzeug blos eine bräunliche Farbe, statt daſs ein gleiches Stück Zeug mit der königssauren Auflösung dieses Metalles in Wasser, augenblicklich mit metallischem Gold überzogen wurde. Die nemliche Verbindung, in Alkohol aufgelöst, wurde nur bräunlich. Salpetersaures in Wasser aufgelöstes Silber wurde, unter den oft genannten Umsänden, nur, wenn das Zeug noch feucht war, und metallisch, niedergeschlagen. Ein in dieselbe Auflösung gelegtes Stück Schwefel fand sich, nach einigen Wochen, ebenfalls mit reducirtem Silber, aber ohne vielen Glanz, überzogen. Königssaure Platina wurde, getrocknet, nicht verändert, naſs aber sowohl durch die Dämpfe des brennenden, als des ohne Verbrennung verdampfenden Schwefels, und zwar durch letztere weit vollkommener, reducirt*). Salpetersaures Quecksilber, und ätzender Quecksilbersublimat, schwefelsaures Kupfer, und Zink, salzsaures Zinn, Zink, und Arsenik, essigsaures Bley, salpetersaurer Wismuth, und weinsteinsaures Spieſsglanz, wurden, trocken, von den Dämpfen des brennenden Schwefels nicht im geringsten verändert, naſs aber, bald mehr, bald weniger, reducirt. Schwefelsaures Eisen wurde, bey Ausschluſs der Feuchtigkeit, blos bräunlich ohne Reduction, naſs hingegen stellten es diese Dämpfe sowohl, als die des ohne Verbrennung
425] verdampfenden Schwefels, wieder her.

424] *) Die Verfasserin bemerkt es als merkwürdig, daſs die Platina weit besser durch Schwefel, als durch Phosphor oder Wasserstoffgas, reducirt werde.

Im vierten Kapitel werden Versuche über die Reduction der Metallauflösungen durch Schwefelleber erzählt. Mit Kali bereitete in Weingeist aufgelöste Schwefelleber, reducirte die Goldauflösung in Aether nicht, die königssaure Auflösung in Wasser allmälig, schnell aber, wenn beyde in Wasser aufgelöst waren. Diese Schwefelleber und salpetersaures Silber, beyde in Weingeist aufgelöst, gaben nichts metallisches, wohl aber, wenn das letztere in Wasser, und mehr noch, wenn beyde in Wasser aufgelöst waren. War das letztere, nachdem es vorher durch Schmelzen seiner Feuchtigkeit und überflüssigen Säure beraubt worden, in Weingeist aufgelöst, so erschien keine Reduction, eine wirkliche aber, so bald der Auflösung etwas freye mit Wasser verdünnte Salpetersäure zugesetzt wurde. Diese geistige Schwefelleberauflösung fällte trockne königssaure Platina nicht, wohl aber, wenn letztere naſs, und die erste ebenfalls in Wasser aufgelöst, und mehr noch, wenn das in die salpetersaure Silberauflösung getauchte Stück Zeug vorher mit einigen Tropfen destillirtem Essig begossen wurde. Aetzender Quecksilbersublimat gab unter denselben Umständen dieselben Resultate. Eben so salpetersaures Quecksilber, schwefelsaures Kupfer, essigsaures Bley, salzsaures Zinn, Zink, und Kobalt; desgleichen salpetersaurer Wismuth, und Braunstein, schwefelsaures Eisen, schwefel- und salzsaurer Zink, und weinsteinsaures Spieſsglanz, nur daſs bey mehreren dieser Auflösungen ein Zusatz von Säure die Reduction nicht beförderte, bey der letzten sogar, und zwar Essig- und Weinsteinsäure mehr, als Salzsäure, verhinderte.

Im fünften Kapitel beschreibt die Verf. ihre Ver-

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MÜNCHEN

426] suche mit dem geschwefelten Wasserstoffgas. Königssaures Gold wurde, wenn es feucht war, davon reducirt, trocken nicht. Die Erscheinungen hierbey waren sehr verschieden von denen bey der Anwendung eines mit schwefeligtsaurem Gas gemischten geschwefelten Wasserstoffgasses, in was auch das Gold aufgelöst seyn mochte. Salpetersaures Silber, naſs, wurde von dem reinen Gas reducirt, trocken, oder wenn die Auflösung in Alkohol gemacht war, nicht, oder äuſserst wenig. Salzsaures Silber, in Ammoniak aufgelöst, wurde, naſs, metallisch, trocken, nicht, niedergeschlagen. Dasselbe war, zwar bald mehr, bald weniger, immer aber doch wirklich, der Fall bey königssaurer Platina, salpetersaurem Quecksilber, ätzendem Quecksilbersublimat, schwefelsaurem Kupfer, Zink, und Eisen, essigsaurem Bley, salzsaurem Zinn, Zink, und Arsenik, salpetersaurem Wismuth, und weinsteinsaurem Spieſsglanz.

Das sechste Kapitel enthält Versuche über die Einwirkung der bey der Behandlung des Phosphors mit flüſsigem kaustischen Kali sich entwickelnden Gasart, deren von selbst entzündlichen Theil die Verfasserin selbstentzündbares oder Knallgas, und den (nach GENGEMBRE wegen Gegenwart von Kohlensäure) nicht von selbst entzündlichen Antheil gephosphortes Wasserstoffgas nennt, auf verschiedene Metallauflösungen. Königssaures Gold und Platina, salpetersaures Quecksilber, und ätzender Quecksilbersublimat, wurden, trocken, oder in Alkohol aufgelöst, von dem letztern nicht, naſs aber, und zum Theil sehr vollkommen, reducirt; in weit geringerem Grade nur waren die Erscheinungen dieselben bey schwefelsaurem Kupfer, Eisen, und Zink,

essigsaurem Bley, salzsaurem Zinn, Zink und Arsenik, salpetersaurem Wismuth, und Kobalt, und weinsteinsaurem Spiefsglanz; bey salzsaurem Kobalt aber [427 fehlten sie ganz. Schwefelsaures Kupfer, und Eisen, salzsaurer Zink, und Arsenik, und weinsteinsaurer Spiefsglanz, wurden, nafs, von dem selbst entzündbaren oder Knallgas ebenfalls, und zum Theil vollkommener, reducirt, als durch das nicht von selbst entzündbare.

Im siebenten Kapitel werden Versuche angestellt über die Fähigkeit der Kohle und der sie enthaltenden Körper, Metallauflösungen metallisch zu fällen. Goldauflösung in Aether wurde durch ein Stück hineingelegte Kohle nicht geändert, in königssaurer Goldauflösung in Wasser hingegen, wurde sie nach und nach gänzlich, und zwar in der verdünntern schneller, als in der concentrirteren, mit reducirtem Gold überzogen. Die Auflösungen des Arseniks, und Braunsteins, und des salpetersauren Silbers, sah man durch Kohle nicht geändert werden: schwache Spuren von Wiederherstellung zeigten sich an denjenigen Kohlenstückchen, die in schwefelsaurer Eisen- und Zinkauflösung gehangen hatten. Diese Versuche wurden indessen nicht wiederholt und genugsam abgeändert, um daraus über die Eigenschaften der Kohle unter diesen Verhältnissen etwas festes bestimmen zu können. Die Verf. bereitete sich jetzt, durch Digestion einer starken Auflösung von ätzendem Kali in Alkohol mit gestofsener Kohle, eine Auflösung derselben in Kali. Seidenzeug mit dieser Auflösung getränkt, getrocknet, und darauf mit Goldauflösung in Aether beleuchtet, gab keine Reduction: diese erschien aber, als man, statt jener, königssaure Goldauflösung in Wasser nahm.

Salpetersaures Silber, in Alkohol aufgelöst, wurde, unter gleichen Umständen, von der beschriebenen Kohlenauflösung nicht, in Wasser aufgelöst hingegen, 428] wirklich reducirt. Königssaure Platina gab dieselben Erscheinungen. Aetzender Quecksilbersublimat, salpetersaures Quecksilber, essigsaures Kupfer, und Bley, salzsaures Zinn, Zink, und Arsenik, salpetersaurer Wismuth, und Braunstein, und schwefelsaures Eisen, erlitten, trocken mit der Kohlenauflösung behandelt, keine Wiederherstellung, aber mehr oder weniger, wenn sie mit Wasser nafs erhalten wurden. Noch folgen einige, mit mehr oder weniger Kohlenstoff enthaltenden Körpern, als mit Aether, Weingeist, und Gummi, angestellte Versuche. Königssaure Goldauflösung in Alkohol, neun Monate dem Sonnenlicht ausgesetzt, zeigte keine Spur von reducirtem Gold, bald aber, als eine gleiche Auflösung, mit Wasser verdünnt, demselben ausgesetzt wurde. Goldauflösung in Schwefeläther, stand neun Monate am Sonnenlicht, ohne reducirtes Gold zu zeigen, indefs sich auf einem mit der nemlichen Goldauflösung getränkten, und mit Wasser feucht erhaltenen, Stück Seidenzeug, nach einigen Stunden welches fand. Wässerigte, mit einer Auflösung von arabischem Gummi gemischte, Goldauflösung, womit ein Stück Seidenzeug getränkt war, wurde, nafs, am Tageslicht reducirt, eben so, wenn es getrocknet, und darauf daran gehaucht, oder über die Dämpfe von heifsem Wasser gehalten, auch wenn das Tageslicht gänzlich ausgeschlossen wurde. Zucker beförderte die Reduction minder gut. Salpetersaures Silber, (auf Seidenzeug), noch feucht dem Rauche des gemeinen Feuers ausgesetzt, wurde in kurzer Zeit reducirt.

Das achte Kapitel enthält Versuche über Metallreductionen durch *Licht*. Zuvor aber untersuchte die Verfasserin die Wirkung des *Wassers* selbst, bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, und fand, daſs es bey dieser nicht im Stande sey, [429 Metalle zu reduciren. Königssaure Goldauflösung, mit der, (so wie in den folgenden Versuchen,) Stücken Seidenzeug getränkt wurden, getrocknet, erlitt, dem Sonnenlicht ausgesetzt, anfangs keine und hernach nur wenige, im Verhältniſs mit der angezogenen Feuchtigkeit stehende, Reduction. In verschlossenen Gefäſsen über trockenem Kali, war nicht die geringste Spur von Wiederherstellung zu bemerken; eben so wenig im Finstern. Die nemliche Goldauflösung, naſs dem Sonnenlicht ausgesetzt, zeigte schon nach funfzehn Minuten die angehende Reduction, und nach einer Stunde war der ganze Zeug mit Gold überzogen. (Die Verf. hat diesen sehr unterhaltenden Versuch unzählige Male wiederholt, und bey gehöriger Bereitung und Stärke der Goldauflösung, war der Ueberzug ganz auſserordentlich glänzend und blendend. Am besten schickt sich zu diesem Versuche eine Goldauflösung in Aether, von der man, nach der Eintränkung des Seidenzeugs damit, den Aether verdampfen läſst, und die man nachmals durch destillirtes Wasser feucht erhält.) Königssaure Goldauflösung in Weingeist, erlitt, unter gleichen Umständen, nach mehreren Tagen im starken Sonnenscheine keine, und erst dann eine merkliche Reduction, und in dem Verhältniſs, als, und in welchem, sie Feuchtigkeit aus der Luft angezogen hatte. Dasselbe war der Fall mit in Wasser oder Weingeist aufgelöstem salpetersaurem Silber, getrocknet oder feucht erhalten mit Weingeist; dieses wurde aber nicht

im mindesten, weder reducirt, noch in der Farbe geändert, als das damit getränkte Seidenzeug in einem verschlossenen Gefäſse über concentrirter Schwefelsäure länger als drey Monate dem Sonnenlicht ausge-
430] setzt wurde. Das salpetersaure Silber hatte indessen in diesem so wenig, als dasselbe und die Goldauflösung in den vorigen Versuchen, eine Veränderung erlitten, denn, nach dieser Zeit, befeuchtet, dem Sonnenlicht ausgesetzt, erschien die Reduction alsbald.

Im neunten Kapitel werden Versuche über die Wiederherstellung der Metalle durch *Säuren* beschrieben. Eine Drachme concentrirte salpetersäure Silberauflösung, gab, mit einer halben Unze Essig gemischt, nach einigen Minuten einen Niederschlag von bläulichgrauem metallischem Ansehen; auf der filtrirten Flüſsigkeit erschienen am folgenden Tage Streifen reducirten Silbers, und nach einigen Monaten war ein beträchtlicher Theil der innern Fläche des Glases mit Silber überzogen. Roher Essig brachte diese Wirkung nicht hervor. Bey der Auflösung bis zur Trockne abgedampfter königssaurer Platina in Wasser, sammelten sich Streifen von blassem weissem metallischem Ansehen. Bey der Auflösung eines ähnlich behandelten salzsauren Zinnes, erschienen sogleich metallische Streifen auf der Flüſsigkeit, und nach einigen Stunden war die Oberfläche der Auflösung mit einer zusammenhängenden mit Farben spielenden Haut überzogen. Die bis zur Trockne abgerauchte Auflösung des für sich verkalkten Quecksilbers in Salzsäure, gab, bey der Auflösung in destillirtem Wasser, auf der Oberfläche kleine Schuppen von glänzendem metallischem Ansehen; eben so auf gleiche Art behandeltes salpetersaures

Quecksilber, salzsaurer Arsenik, und schwefel- und salpetersaurer Braunstein. Eben solche Schuppen zeigten die Auflösungen des schwefelsauren Eisens, und des salzsauren Zinks, bey groſser Verdünnung, auf ihrer Oberfläche. —

Bey einem allgemeinen Blick, den man auf [431 alle diese Untersuchungen und ihre Resultate wirft, wird man sehr bald finden, daſs die Gegenwart des *Wassers* die unerläſsliche Bedingung, unter der nur die Reduction eines Metalles Statt hat, sey, und daſs diese nur in dem Grade, als jene vorhanden war, vor sich ging. Daraus schlieſst die Verfasserin, daſs das Wasser die Wiederherstellung keinesweges, wie man bisher geglaubt habe, nur dadurch befördere, daſs es den Zusammenhang der Theile des metallischen Salzes aufhebe, und zugleich dem Fällungsmittel mehr Berührungspunkte mit jenem verschaffe, weil sich sonst nicht einsehen lieſse, warum Weingeist und Aether nicht eben so hinreichend dazu seyen: auch die chemische Natur des Wassers müsse dazu beytragen, in ihr nur könne die Existenz des Processes gegründet seyn. Was ist daher natürlicher, als daſs sie sich anzunehmen berechtigt glaubt, daſs bey jeder Metallreduction Wasser zersetzt werde, und diese also nicht das Product einer einfachen, sondern einer doppelten Wahlanziehung, sey.

Sie erklärt demnach die im ersten Kapitel beschriebene Wiederherstellung durch Wasserstoffgas auf folgende Art: Das Wasserstoffgas zersetzt das Wasser, und bildet mit dessen Sauerstoff ein anderes Wasser, indeſs der Wasserstoff des zersetzten Wassers mit dem Sauerstoff des Metallkalks ebenfalls Wasser bildet,

und diesen dadurch herstellt; die Menge des gebildeten Wassers beträgt hier doppelt so viel, als die Menge des zersetzten.

Eben so bildet im zweyten Kapitel der Phosphor nicht mit dem Sauerstoff des Metallkalks, sondern mit dem des Wassers, Phosphorsäure, indem der dadurch 432] frey gewordene Wasserstoff mit dem Sauerstoff des Metallkalks eine so groſse Menge Wasser zusammensetzt, als der Phosphor zersetzt hatte. Daſs der Phosphor reines Wasser zersetzen könne, ist bekannt.

Auch vom Schwefel, dessen Verhalten im dritten Kapitel erzählt wird, ist es bekannt, daſs er schon für sich reines Wasser zersetzen könne; so erhielten Priestley, und Andere, Wasserstoffgas, wenn sie Wasserdämpfe über glühenden Schwefel leiteten.

Die Art, auf welche Metalle durch Schwefelleber im vierten Kapitel hergestellt werden, scheint der Verf. folgende zu seyn: Es wird ein geschwefelter Wasserstoff gebildet, der den Sauerstoff des Wassers anzieht, dessen Wasserstoff im Augenblick seiner Befreyung mit dem Sauerstoff des Metallkalks zu Wasser zusammentritt, und dieses reducirt.

Eben so sey die Wiederherstellung durch geschwefeltes Wasserstoffgas, und, wenn man, statt geschwefelt —

Gephosphort — setzt, auch die durch das gephosphorte Wasserstoffgas.

Auch die Kohle, welche nach Gengembre schon bey 30° R. bloſses Wasser zu zersetzen fähig ist, reducirt die Metalle nicht unmittelbar, sondern mittelbar auf die genannte Art. (Sinnreich sind die Gründe, aus welchen die Verf. die stärkere Kraft der Kohle

bey metallischen Reductionen überhaupt herleitet. Die Kohle bildet mit dem Sauerstoff des Wassers ein elastisches Fluidum, welches sich entfernt, und folglich nicht auf das Metall reagirt, noch durch seine Gegenwart die Wirkung der reducirenden Kraft vernichtet oder aufhält, Vorzüge, die Phosphor, oder jeder andere brennbare Körper, der eine feuerbeständige Säure bildet, die auf das Metall reagirt, nicht besitzen kann.)

Über die Reduction der Metalle sagt sie im [433 achten Kapitel Folgendes: Licht *) ist ein brennbarer Körper, denn es wirkt wie Wasserstoff, Phosphor, Schwefel, und Kohle, bey der Wiederherstellung der

*) Es wird gut seyn, manche Leser daran zu erin- [433r nern, dafs man zu unterscheiden habe: Licht, die Erscheinung, und Licht, das die Erscheinung Bewirkende. Dafs hier nur von dem letzteren die Rede seyn kann, versteht sich zwar von selbst, verdient aber doch einer Erwähnung, da zu jeden, und noch in neuern Zeiten, die Verwechselung beyder Begriffe so oft die Veranlassung gab zu Fragen, und Zweifeln, mit einem Aufwand von Scharfsinn, der meist zuletzt nur darauf führte oder noch führen wird, dafs es nicht den zehnten Theil dieses Scharfsinns bedurft hätte, um zu finden, wie leicht die Lösung dieser Fragen und Zweifel sey. Es bedürfte überhaupt wohl noch einer Untersuchung, ob das, die Erscheinung: Licht genannt, gebende Licht, jedesmal nur diese, und ob es allemal diese, oder, ob es nicht unter anderen Umständen auch Anderes, oder auch ganz Anderes, bewirken könne, und wirklich bewirke? — Es möchte sich wohl finden, dafs die Natur geneigter sey, den letzten, als den ersten Theil dieser Frage, zu bejahen.

Metalle. Es wirkt also nicht unmittelbar auf das Metall, sondern durch Zersetzung des Wassers. „Um aber," sagt die Verf. ferner, „die Erklärung zu erleichtern, müssen wir vorher bemerken, 1) daſs es ein Gesetz der Attraction ist, daſs, wenn ein Körper bis auf einen gewissen Grad eines andern beraubt ist, zu welchem er eine starke Anziehungskraft hat, so wird die Attraction des ersteren zum letzteren vermehrt. 2) Daſs Licht eine starke Anziehungskraft zum Sauerstoff, oder der Grundlage der Lebensluft, hat. 3) Wenn Sauerstoff verdichtet, und in irgend einer Substanz gebunden ist, enthält er viel weniger Licht und Wärme, als in seinem gasartigen Zustande. 4) Der Säure erzeugende Grundstoff ist im Wasser im verdichteten Zustande vorhanden, und hat folglich eine starke Anzie-
434] hungskraft zum Lichte. Wenn daher Licht Metalle reducirt, zieht es den Sauerstoff des Wassers an, indessen der Wasserstoff des letzteren sich, so wie er entsteht, mit dem Sauerstoff des Metalls verbindet, dieses reducirt, und zugleich eine Menge von Wasser erzeugt, die der Menge des zersetzten Wassers gleich ist. Hieraus folgt, daſs das Licht oxydirt, und in Lebensluft verwandelt wird, wenn Metalle zu ihrem entzündlichen Zustande wiederhergestellt werden."

Die Wiederherstellung der Metalle durch Säuren im neunten Kapitel ist der Verfasserin, (wofür sie jedoch die Gründe nicht angiebt,) ein sehr überzeugender Beweis von der Zersetzung des Wassers, und scheint ihr aus keinen anderen Gründen erklärt werden zu können.

Auch die Wiederherstellung und Verkalkung der Metalle durch Feuer und Electricität, erklärt sich nach ihr, nach den nemlichen Grundsätzen.

Überhaupt meint sie, da der Procefs der Wiederherstellung der Metalle zugleich ein Procefs der Oxydation anderer brennbarer Körper ist, und, wenn jene nur vermittelst einer Zersetzung des Wassers möglich ist, diese es auch nicht anders seyn kann, — dafs jede Oxydation nur durch eine Zersetzung des Wassers vermittelt werden könne.

Nach diesem Grundsatz geht sie im zehnten Kapitel die Oxydation der vorzüglichsten verbrennlichen Körper durch. Die Zersetzung des Salpetergases durch den electrischen Funken in Salpetersäure und Stickgas, welche sie nur in sofern zuläfst, als dieses Gas etwas Wasser enthielt, erklärt sie so: Der electrische Funke vermindert die Anziehungskraft der Bestandtheile des Wassers gegen einander; daher verbindet sich der Stickstoff des Gases mit dem Sauerstoff des Wassers, dessen Wasserstoff sich mit dem Sauerstoff des Gases vereinigt, und so wird Wasser und Salpetersäure [435 gebildet. In CAVENDISH's Zusammensetzung der Salpetersäure aus Stick- und Sauerstoffgas, ist das Schema des Processes das nemliche. Bey der Zersezzung des Sauerstoffgases durch Salpetergas, zieht der Stickstoff des letztern gleichfalls den Sauerstoff des Wassers an, indefs der Wasserstoff, mit dem Sauerstoff der Lebensluft vereinigt, wiederum eine der zersetzten gleiche Quantität von Wasser hervorbringt. Die Verf. führt hier eine ihr sehr günstige Bemerkung von BERGMAN *) an. Auch die Verbrennung der

*) S. dessen *Opuscula physica et chemica.* [435 *Vol. III.* (*Lipsiae* 1786. 8.) p. 408. „*Sed observetur*

Wasserstoffluft erklärt sie so, daſs der Wasserstoff derselben dem Wasser den Sauerstoff entziehe, indeſs der Wasserstoff des letzten mit dem Sauerstoff der Lebensluft wieder eben so viel zusammensetzt. Sie glaubt daher, daſs diese beyden Gasarten im ganz trockenen Zustande, und über Quecksilber, vielleicht nie verbrannt werden können. So verbrennt nach ihr auch der Phosphor in der Lebensluft nur, in sofern sie feucht ist, und eine Beobachtung von Bergman *)

„oportet, aëris nitrosi decompositio duplici perficiatur attractione: ejusdem pars phlogistica sollicitatur aëre vitali, simulque acida mediante aqua. Haec ideo miscela, hydrargyro sicco clausa, successu caret.“

*) S. d. a. O. p. 409. „*Phosphorus cum aëre vitali sine auxilio externi caloris admodum lente consumitur, et parum vel nihil, nisi adsit aqua, duplici attractione decompositio-*
436] *nem juvans.* — Auch Spallanzani sagt: Bedient man sich zum vorigen Versuche (über das Verhalten der atmosphärischen Luft in Giobert's Phosphor-Eudiometer,) statt des Wassers des Quecksilbers, so sind die Phänomene beträchtlich von jenen verschieden. Die Verbrennung geht unter diesen Umständen weit langsamer vor sich. Wenn bey der Anwendung des Wassers zwölf Stunden erforderlich sind, damit es bis zu zwanzig Grad steige, so ist beym Quecksilber ein ganzer Tag, und mehr, dazu nöthig. Trocknet man überdies noch das Quecksilber, und die in dem Eudiometer eingeschlossene atmosphärische Luft, letztere vermittelst irgend eines zerflieſsbaren Salzes, sorgfältig, so sind, damit ersteres bis zu dieser Höhe steige, dazu drey, vier, und noch mehrere Tage erforderlich, und das Licht des Phosphors ist, die ersten Stunden ausgenommen, überaus schwach, und der Dempf fast für nichts zu rechnen. Wirklich ist er

spricht abermals für diese Meinung. Eben so ist der Verf. der gute Erfolg auf die Anwendung des Wassers bey Bereitung des Vitriolöls durch die Verbrennung des Schwefels nicht weniger günstig, und die Rich- [436 tigkeit der Erklärungsart der Verbrennung der Kohle vermittelst Wasserzersetzung, erhält durch die gemeinste Erfahrung Bestätigung *). Auch bey der Gährung ist es nach ihr das Wasser, welches durch seine Zersetzung und Wiederzusammensetzung diesen Procefs vermittelt, ja die atmosphärischen Phänomene reduciren sich zuletzt sämmtlich auf sie. „Wenn der Stickstoff oxydirt wird, verbindet er sich mit dem

nach dem ersten Tage gänzlich verschwunden, obgleich der Phosphor noch fortfährt, einiges Licht zu verbreiten." S. dessen *Chimico esame degli esperimenti del Sig.* Göttling *sopra la luce del fosforo di* Kunkel, *etc.* (*Modena*, 1796. 8.) *p.* 26. 27.

*) Es erklärt sich nach diesen Grundsätzen wirklich sehr leicht, warum feuchte Kohlen, oder trockene in feuchter Luft, diese mehr verderben, als trockene. Man erhält Aufklärung über die Wirkungsart des Wasserdampfs der Klipstein'schen Maschine, und die Art, wie das Wasser, womit Feuerarbeiter ihr Kohlenfeuer ansprengen, die Glut desselben vermehrt; ferner, warum Steinkohlen, deren Bestandtheile auch ohne von aufsen hinzutretenden Sauerstoff in höherer Temperatur zum Theil zu Wasser zusammengehen, überhaupt stärkere Hitze, als andere, geben; warum Metallkalke leichter reducirbar sind, durch Stoffe, die, neben dem Kohlenstoff, auch Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, wie z. B. Oele, Rufs, u. s. w., als durch blofse trockne Kohle; und dergleichen mehr.

Sauerstoff des Wassers, welches in der Luft enthalten ist, und macht atmosphärische Luft, und zuweilen vielleicht Salpetersäure; der Wasserstoff des (in der Luft enthaltenen) Wassers verbindet sich zu gleicher Zeit mit dem Sauerstoff der Lebensluft, und bildet eine Menge Wasser, die der Menge des zersetzten gleich ist. Wenn aber (der in der Atmosphäre vorhandene) Wasserstoff oxydirt wird, erzeugt sich eine Menge Wasser, die doppelt so groſs ist, als die zersetzte;
437] denn der Wasserstoff des Gases verbindet sich mit dem Sauerstoff des Wassers, dessen Wasserstoff sich des Sauerstoffs der Lebensluft bemächtiget, und so wird eine Menge von Wasser gebildet, die zweymal so groſs ist, als die zersetzte, und wovon der Theil, welchen die Atmosphäre nicht halten kann, in der Gestalt von Regen herabfällt. Sind diese Zersetzungen sehr plözlich, so sind sie mit den Phänomenen des Donners und Blitzes begleitet. Diese Darstellung von der Erneuerung unserer Atmosphäre erklärt, warum Donner und Blitz zuweilen mit, zuweilen ohne Regen, erfolgen, so wie sie uns auch die Hervorbringung der Salpetersäure zeigt, die Marggraf im reinsten Schnee fand." — Daſs auch bey der Respiration der Thiere Wasser zersetzt werde, und jene nur hierdurch vor sich gehe, davon sey das Athmen der Fische ein auffallender Beweis. Bey der Vegetation ist die Zersetzung des Wassers längst ausgemacht. Bey den Ver-
436] änderungen der Salpetersäure durch das Licht verbindet sich dieses mit dem Sauerstoff des Wassers, welches die Salpetersäure enthält, und macht Lebensluft; der Wasserstoff vereiniget sich mit dem Sauerstoff der Säure und erzeugt eine neue, der zersetzten Quantität gleiche Menge Wassers, und so wird die voll-

kommene Salpetersäure in rothe oder unvollkommene verwandelt. Bey der Auflösung der Metalle in Säuren, die ohne Verkalkung des Metalls nicht möglich ist, ist diese jederzeit mit von der Zersetzung eines Theiles Wassers begleitet. Wenn Metalle in Salpetersäure aufgelöst werden, zieht das Metall den Sauerstoff des Wassers an, indessen der Wasserstoff des letztern sich mit einem Theile des Sauerstoffs der Säure zu eben [438 so viel Wasser verbindet, als die zersetzte Menge betrug: die eines Antheils Sauerstoff beraubte Salpetersäure erscheint als Salpeterluft. Bey der Auflösung des Zinnes in Salpetersäure leuchtete die Wahrheit dieser Erklärungsart, durch das entstehende Ammoniak, schon längst ein. Auch bey Auflösung der Metalle in Schwefel- oder Salzsäure fand Bergman, wenn sich nicht bloſs Wasserstoffgas entwickelte, das entstandene schwefeligt- oder salzsaure Gas immer mehr oder weniger mit inflammabler Luft gemischt, welches die neue Chemie nicht anders, als durch Zersetzung des Wassers, erklären kann. Bey der Auflösung des Kupfers in Essig zeigt sich darum kein Aufbrausen, weil der durch das Kupfer seines Sauerstoffs beraubte Wasserstoff des Wassers dieses sogleich, und in eben dem Maaſse, mit dem Sauerstoff der Atmosphäre wieder zusammensetzt. (Daſs übrigens aus dieser Erklärungsart keinesweges folgt, daſs bey der Auflösung jedes Metalls in jeder Säure, und unter jeden Umständen, Luft entbunden oder verschluckt werden müsse, kann man bey einiger Achtsamkeit leicht finden.) Auch bey Auflösung der Metalle in Laugensalzen, werden erstere auf Kosten des Wassers oxydirt, wie das in einigen Fällen schon durch das sich dabey entbindende Wasserstoffgas hinlänglich bewiesen war: und die

Verkalkung der Metalle an der Luft, geht ebenfalls auf diesem Wege vor sich. Das in feuchter Luft oxydirbare Magnesium, verliert in trockener Luft nichts von seinem metallischen Glanz: nur an feuchter Luft rosten Metalle. Eine Mischung von Eisenfeile und Schwefel, und eben so Schwefelleber, werden nur un-
439] ter Gegenwart von Wasser*) oxydirt, und das in

439] *) Schon 1779 schrieb der scharfsinnige Priestley, als er sah, wie Mischungen von Schwefel, Eisen und Wasser, beym Ausschluſs der atmosphärischen Luft Wasserstoffgas lieferten, indessen sie mit ihr in Berührung dieselbe nur verringerten, ohne daſs Wasserstoffgas eher erschienen wäre, als bis die Luft gänzlich phlogistisirt (d. i., alles Sauerstoffs beraubt,) worden war: „Vielleicht wird man noch die Beobachtung machen, daſs alle Substanzen, von denen es uns bekannt ist, daſs sie die Eigenschaft, die Luft phlogistisch zu machen, (d. i., ihr den Sauerstoff zu entziehen,) besitzen, ebenfalls geschickt sind, eine entzündliche Luft, wenn auch nicht in der Wärme der Atmosphäre, doch wenigstens vermittelst eines stärkeren Grades von Hitze, oder durch irgend eine andere Behandlung, von sich zu geben." (S. dessen Versuche und Beobachtungen über verschiedene Theile der Naturlehre. B. II. S. 78.) Der Sinn dieser Worte, in die Sprache der Antiphlogistiker übersetzt, ist offenbar der, daſs oxydirbare Körper nur dadurch Sauerstoff aus der Atmosphäre aufnehmen, daſs Wasserstoffgas aus ihnen entbunden wird, welches in diesem Augenblick mit dem Sauerstoff der Atmosphäre u. s. w., wieder zu Wasser zusammengehe. Diese Meinung ist aber ganz dieselbe mit der, welche M. Fulhame aufstellt. Die Ziehkraft des Sauerstoffgases kann noch die, den freywerdenden Wasserstoff liefernde,

der atmosphärischen Luft enthaltene Wasser die Hauptursache der Entzündung des Pyrophors sey, hat

Wasserzersetzung beschleunigen, wodurch unter diesen Umständen in derselben Zeit mehr Wasserstoff entbunden wird, als bey Ausschlufs jener, vielleicht auch Entbindung des Wasserstoffs bewirken, wenn sie, ohne Gegenwart des Sauerstoffgases, ganz und gar nicht Statt hat; so wie, umgekehrt, wirklich das Wasserstoffgas, durch seine Ziehkraft auf den Sauerstoff, dieses Gas den Pflanzen, selbst im Dunkeln, entlockt, diesen Pflanzen, die, in der Abwesenheit des Wasserstoffs, wenn sie, unter denselben Umständen, mit Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft in Berührung stehen, gerade [440 den umgekehrten Procefs beginnen, d. i., Sauerstoff absorbiren.

Einen Beweis übrigens, dafs sich diese Vorstellungsart zu jeden Zeiten dem unbefangenen Forscher aufdrang, giebt uns unter andern folgende merkwürdige Stelle in den Werken des unsterblichen Mayow: „*Aqua spiritus nitro-aërei sulphurisque vehiculum idoneum esse videtur.*“ (S. *Joh. Mayow Tractatus quinque medico-physici. Oxonii* 1674. *p.* 49.; oder dessen *Opera omnia. Hag. Comit.* 1681. *p.* 43.) Dafs Mayow's *Sulphur* das allgemeine Symbol der Oxydabilität, so wie *spiritus nitro-aëreus* das der Oxygeneität überhaupt, seyn soll, kann denen, die mit dem Geiste seiner Schriften vertraut sind, eben so wenig neu seyn, als dafs er mit *Vehiculum* etwas mehr Sinn verbunden habe, wie man gemeinhin wähnen möchte. Doch ist hier nicht der Ort, dies genauer zu erörtern, und so vielleicht zu zeigen, dafs Mayow noch mehr, als blofs der Mayow des antiphlogistischen Systems, so wie es jetzt ist, sey.

Scheele, durch das Aussenbleiben derselben in ganz trockner Luft, längst erwiesen. Bey der Fällung des einen Metalls aus einer sauren Auflösung durch ein anderes, verbindet sich ebenfalls das Fällende mit dem Sauerstoff des Wassers, dessen Wasserstoff mit dem Sauerstoff des niedergeschlagenen Metalls wieder zu
440] Wasser zusammentritt. Die Versuche mit Phosphor- und Metallauflösungen in Aether, Weingeist und Wasser, beweisen die Wahrheit dieser Erklärung, und zeigen, dafs, wenn ein Metall das andere niederschlägt, es wie eine Stange Phosphor wirkt, nemlich das Wasser zersetzt. Daraus erklärt sich alsbald, warum diese Fällung, z. B. bey Kupfer durch Eisen, durch etwas vorhandene überschüssige Schwefelsäure so sehr befördert wird; diese wird einen kleinen Eisentheil auflösen, und der hierbey freywerdende Wasserstoff desoxydirend auf den Kupferkalk wirken. Auch die Wiederherstellung des Goldes und einiger anderer Metalle durch schwefelsaures Eisen oder salzsaures Zinn, erklärt sich leicht nach den aufgestellten Grundsätzen. Endlich beweist sich auch die Zersetzung des Wassers durch die starke Verdünnung, welche zur Hervorbringung eines Dianenbaums, des Cassius'schen Goldpurpurs, und anderer Fälle von Metallreductionen durch einander, nothwendig ist.

441] Das allgemeine Resultat aller vorigen Untersuchungen ist demnach, um das Ganze zuletzt mit Einem Blicke zu übersehen, Folgendes: Wasser ist, sowohl zur Wiederherstellung (Desoxydation,) als zur Oxydation der Körper, nothwendig, und wird immer bey diesen Operationen zersetzt. Alle in dem angezeigten Werk enthaltene Versuche zeigen es, dafs die Weise, auf welche entzündbare Körper die Wiederher-

stellung bewirken, (desoxydiren,) in allen gleich ist. Kein Körper wird oxydirt, ohne daſs gleichzeitig ein anderer desoxydirt werde, und umgekehrt. Auf diese Weise erhält die Natur ein Gleichgewicht von Kraft, zwischen entzündbaren und oxydirbaren Körpern, und verhütet die Rückkehr des ursprünglichen Chaos. Bey jedem *Verbrennungsproceſs* ist zu unterscheiden: *Oxydation*, d. i. Vereinigung des Sauerstoffs mit entzündbaren Körpern, und — *Desoxydation*, d. i., Wiederherstellung oxydirter Körper zu ihrem entzündbaren Zustande. Und da bey jedem Falle der Verbrennung *Wasser zersetzt* wird, und ein Körper durch den Sauerstoff des Wassers oxydirt wird, indeſs der andere zu seinem natürlichen Zustande durch den Wasserstoff der nemlichen Flüſsigkeit wieder hergestellt wird, so folgt, daſs der *Wasserstoff* *) des Was-

*) Der Wasserstoff nur also ist es, der wirklich auch [441
aus andern Quellen, als dem Wasser, aus jeder andern (sauerstoffhaltigen) oxydirt werden kann. Merkwürdig genug, daſs dieser Stoff in der einfachsten sinnlich darzustellenden Verbindung desselben als Wasserstoffgas, unter allen uns bekannten, unsere Waagen mit endlichem Moment in unendlich kleiner Maſse, d. i. Fläche, sollicitirenden, von uns im practischen Leben insgemein schwer genannten, oxydirbaren Raumerfüllungen, bey gleichen Umfängen mit den übrigen, gerade derjenige ist, der [442
dieselben mit dem geringsten endlichen Moment sollicitirt, d. i., das geringste specifische Gewicht hat; daſs er aber unter diesen oxydirbaren Raumerfüllungen auch diejenige ist, welche, bey der Verbindung mit Sauerstoff, die gröſste Menge desselben zur Sättigung erfordert, oder wie man diesen Begriff bestimmter ausdrücken könnte,

sers die einzige Substanz ist, welche Körper zu ihrem 442] entzündbaren Zustande herstellt; daſs der Sauerstoff des Wassers der einzige ist, durch welchen, und demnach das Wasser die einzige Quelle ist, aus welcher entzündbare Körper oxydirt werden; daſs also, in keinem Falle, die Verbrennung durch einfache, sondern, in jedem, durch doppelte Wahlanziehung, bewirkt wird.*)

die gröſste endliche Capacität für Sauerstoff hat. Aber merkwürdiger noch, (um den Grundsätzen der Verf. getreu zu bleiben,) ist jene Raumerfüllung, oder bestimmter vielleicht; jener gewisse intensive Antheil bestimmter, wo nicht aller, Raumerfüllungen, der selbst den Wasserstoff des Sauerstoffs zu berauben, und damit Lebensluft zu bilden, im Stande ist, — das Licht. Dieser, unsere Waagen mit unendlich kleinem Moment sollicitirende, und darum im allgemeinen Gravitationssystem einen Rang höherer Ordnung bekleidende, Wirklichkeitsgrund der von uns Licht genannten Erscheinung, dieser, um, gleich den andern, ein mit endlicher Gröſse sollicitirendes Product herstellen zu können, muſste es seyn, dessen Capacität für Sauerstoff, im Verhältniſs zu den übrigen, unendlich groſs war, um so über das Gebiet aller Oxy- und Desoxydation zu herrschen, und damit, durch Verknüpfung an einander grenzender Ordnungen im allgemeinen Systeme der Gravitation, ein Glied in der groſsen Kette der dynamischen Welterscheinung zu bilden!

*) Wie wenig aus dieser Ansicht zu folgern sey, daſs bey jedem Proceſs, wo Wasser erzeugt wird, genau so viel, (nicht der Zeit, sondern dem Raume nach,) gleichzeitig zersetzt werden, und folglich vor dem Proceſs vorhanden 443] seyn müsse, indem nur für das Anfangs-Moment

Dies ist die kurze Darstellung des Gehalts einer Schrift, die durch interessante Versuche, und reich an guten Ideen, ihrer Verf. Ehre macht. Der acht- [443 same Leser wird nicht die Einheit verkennen, welche die eigne Ansicht der Verfasserin in die chemische Theorie bringt, und wie dieselbe, weit entfernt, den Grundsätzen der neuern Chemie, so sehr auch die Verf. das Gegentheil glaube, zuwider zu seyn, nur ihrer Anwendung Berichtigung verspreche; sie wird ihn aufmuntern zur Nachsicht gegen die kleineren Fehler ihrer Stifterin, die, auf eine sehr natürliche Art, bisweilen vielleicht, z. B. ein mit Farben schillerndes Häutchen, ohne weitere Prüfung für reducirtes Metall, und für dieses auch wohl etwas geschwefeltes Metall, in manchen Versuchen, (z. B. im dritten Kapitel,) ansah; sie wird ihn erinnern, dafs es gröfser sey, zu merken auf das, was dem Ganzen gemein ist; sie wird ihn endlich, bey der (so nöthigen) Wiederholung jener Versuche, zu neuen veranlassen, die ihn vielleicht auf das grofse Resultat leiten werden, dafs das Wasser, wenn es das ist, was es nach der Verfasserin seyn soll, wohl noch

des, immer doch endliche Zeit dauernden, Processes, diese Bedingung durchaus nothwendig ist, in den folgenden aber, das im vorigen Augenblick entstehende, wieder zur Zersetzung dienen kann. Die Gleichzeitigkeit der Zersetzung und Zusammensetzung einer und derselben Substanz, kann übrigens eben so wenig auffallen, als die Gleichzeitigkeit entgegengesetzter Qualitätsänderungen in den Enden eines, in electrische oder magnetische Wirkungskreise, gebrachten Körpers.

mehr sey, als das. Dies ist es wenigstens, was ich, zum Theil aus eigenen Versuchen, überzeugt zu seyn glaube. Ich irre gewiſs nicht, wenn ich mich jeder Rechtfertigung entübriget glaube gegen diejeni-
444] gen, welche, bey dem Studium der allgemeinen Naturlehre, auch mit den neueren Untersuchungen über Electricität und Galvanismus, gehörig vertraut sind.

Anmerkung. Auſser der vorstehenden Darstellung habe ich noch zwey andere ausführliche Anzeigen in Scherer's Allgem. Journ. d. Chemie geliefert: die erste von Ingenhousz über die Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens. A. d. Engl. übers. u. m. Anm. vers. von G. Fischer. Nebst einer Einleitung üb. einige Gegenstände der Pflanzenphysiologie von F. A. von Humboldt. Leipzig, 1798. 8., — a. a. O. B. I. S. 529 — 566.; die andere von J. F. A. Göttling's Beyträgen zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie auf Versuche gegründet. Zweytes Stück. Weimar 1798. 8., a. a. O. B. II. S. 65 — 91. In beyden aber wich ich von dem, was die Verfasser wollten, so wenig ab, daſs ich vielmehr absichtlich bemüht war, die Lücken in den Versuchen und im Räsonnement, so zuzudecken, wie ich glaubte, daſs es etwa die Verfasser selbst wünschen müſsten, damit ihre Meinung so ungetrübt als möglich erscheine; eine Mühe, deren ich bey dem Werke der Mad. Fulhame ganz überhoben war. Zugleich war, besonders die zweyte, ein Versuch, zu sehen, bey welcher Kürze ein Aus-

zug das Buch selbst noch vollkommen entbehrlich machen könnte. Beydes aber wird nur um so mehr ein Grund, diese Arbeiten hier zu übergehen.

Der Auszug von Ingenhousz ist mit Noten begleitet, die ohne den Text selbst aber ebenfalls nicht an ihrem Orte seyn würden. Anm. 2. S. 536. 537. betrift die Auflöslichkeit der Erden und Metalle in Gasarten; Anm. 5. S. 541. 542. die verschiedenen Arten, auf welche Phosphor im thierischen Körper zugegen seyn kann, und den scheinbaren Uebergang der Phosphorsäure in Salzsäure in ihm; Anm. 7. S. 543. 544. die Luft in Eyern und in den Schwimmblasen der Fische; Anm. 8. S. 550 — 553. die Veränderung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre nach den Jahreszeiten; die Capacität der Atmosphäre für Kohlensäure, u. s. w.; Anm. 12. S. 560. 561. den Sauerstoffgehalt des Schnee- und Regenwassers; Anm. 13. S. 564. die Art, wie Düngungsmittel anders, als auf gewöhnliche chemische Art, wirken können; u. Anm. 14. S. 565. den Einfluſs chemischer Mittel auf die Reizbarkeit der Vegetabilien, nach Baco. — Der Gegenstand der Vorerinnerung zum Auszug von Göttling ist in No. XI., am Ende, angegeben. —

— Noch will ich bey dieser Gelegenheit die verschiedenen kleinern Notizen und Beyträge anführen, die ich nach und nach zu Scherer's Journal geliefert habe, — um eines Theils vollständig zu seyn, andern Theils aber, da die meisten nicht mit meinem Namen unterzeichnet sind, den Verdacht eines Plagiats zu vermeiden, in den ich fallen könnte, wenn ich mich, wo es auch wäre, auf sie zu berufen hätte. Folgendes ist von mir: — in Band I. — S. 12. die Anm. 1. über den Unterschied der Wärmecapacitäten geschmolzener und geschmiedeter Metalle; S. 164 — 166. die

historischen Anmerkungen zu Prevost über die Ausflüsse riechender Körper; (S. 264. Anm. 10. über die Absorption des Salpetergases durch grünes schwefelsaures Eisen;) S. 292. Anm. 6. über das gleiche Sauerstoffverhältnifs in der Kohlensäure aus Diamant und aus Kohle nach Tennant und Lavoisier; S. 303 — 305., (die letzten 3 Zeilen ausgenommen,) die geschichtlichen Bemerkungen über die scheinbare Umwandlung des Silbers in Gold; S. 309. und 310. in Anm. 3. der zweyte und vierte Absatz, dergleichen über die Oxydirbarkeit der Platina ohne Königswasser; S. 311 — 314. Ende, dergleichen über die Oxydirbarkeit des Goldes und Silbers auf ungewöhnlichen (meist galvanischen) Wegen; S. 332 — 336. dergleichen über den Einflufs des Sauerstoffs auf das Keimen der Pflanzensaamen; und S. 697. die Versuche über die grofse Reagibilität des salpetersauren Silbers auf Alkalien; — in Band II. — S. 351. 352. die historischen Notizen über Pflanzenzucker; — in Band III. S. 246. die geschichtlichen Notizen über Sauerstoffabsorption durch Erden; S. 482. die Notiz über Chromiumtinctur aus Beguin's *Tyrocinium*; (im nemlichen Werke fand ich auch bereits Tellurium aus ungarischen Golderzen;) — in Band IV. — S. 426. über unverlöschliche Tinte aus Tungsteinoxyd; S. 427 — 429. die Notiz aus Boyle über die Oxydabilität des Kalks; — und in Band V. S. 335. 336. die Notiz über Chromiumtinctur aus Schröder. —

R.

V.

Über ein bisher unbekanntes ölartiges Product bey der Bereitung des Salpeteräthers durch Destillation einer Mischung aus salpetersaurem Kali, Braunsteinoxyd, Schwefelsäure und Alkohol; — in Scherer's Allg. Journ. d. Chemie. B. III. S. 36—39.

Inhalt.

Erhaltungsart — Schwere — Geruch — Geschmack dieser Flüſsigkeit.

Als Lehrling der Apothekerkunst war ich im Jahre 1794 unter andern auch mit der Bereitung des Salpeteräthers nach mancherley Vorschriften beschäftiget, um diejenige Methode zu finden, nach welcher man dieses pharmaceutische Präparat ohne Nachtheil seiner Güte mit den wenigsten Kosten erhalten könnte. Bey mehreren, vorzüglich der Black'schen und Hermbstädt'schen, erhielt ich Naphtha in Menge, mehr aber, als ich, analog der Zusammensetzung der Mischung zur Bereitung des Westrumb'schen

schweren Salzäthers, eine Mischung von 32 Unzen salpetersaurem Kali (von aus einer Auflösung von 24 Pfund rohem Salpeter zuerst angeschossenen, wieder aufgelösten, und von neuem angeschossenen Krystallen,) 10$\frac{1}{3}$ Unzen pulverisirtem schwarzen Braunsteinoxyd, 16 Unzen concentrirter Schwefelsäure, und eben so 37] viel durch wiederholte Destillationen bis zu hohem Grade entwässertem Alkohol, nachdem sie, (welches ich überhaupt auch bey andern Mischungen, wo man die Erzeugung der Salpeternaphthe aus dem salpetersauren Kali in einem Procefs verbindet, nützlich fand,) vorher über einen Tag in der Kälte gestanden hatte, der Destillation unter den bekannten Vorsichtigkeitsregeln unterwarf, wobey ich aus der bis zu dem Zeitpunkt, wo die Mischung in der Retorte völlig trocken schien, übergegangenen Flüssigkeit durch Kalkwasser an 12 Unzen der besten Naphthe abschied. Ich legte die Vorlage von neuem an die Retorte, vermehrte das Feuer bis zu dem Grade, wie man ihn gewöhnlich bey der Austreibung der Salpeter- oder salzigten Säure aus ihren Neutralsalzen durch Schwefelsäure zuletzt giebt, und hielt damit so lange an, als noch etwas überzugehen schien. Die wenige übergegangene Flüfsigkeit hatte einen höchst auffallenden, durchdringenden, widrigen, und sonderbaren Geruch, und ob sie schon durch die grofse Verschiedenheit desselben von dem der versüfsten Salpetersäure keinen Naphthagehalt vermuthen liefs, so vermischte ich sie ihres äufseren Ansehens wegen dennoch mit einer ungefähr gleichen Menge Wasser, wobey die Flüssigkeit undurchsichtig wurde, sich aber nach und nach aufhellte, während die die Trübung verursachende ausgeschiedene ölartige Substanz in kleine und immer gröfsere Kügelchen

zusammentrat, die aber keinesweges gegen die Oberfläche der Flüssigkeit stiegen, sondern, und fast noch schneller, als unter ähnlichen Umständen Westrumb's schwerer Salzäther, in derselben zu Boden fielen, und sich daselbst in eine sehr dickflüssige Masse vereinigten. Ihre Menge mochte etwa [38 40 bis 60 Gran betragen. Ihr Geruch war weder der der schweren Salznaphthe, noch der des Weinöls, weder der des Salpeteräthers, noch der der schwefligten Säure; er war durchaus eigener Art; ich wufste ihn mit nichts bestimmt zu vergleichen; man mufs sich daher den Versuch zu Hülfe nehmen, um ihn kennen zu lernen. Verwandt mit ihm ist der beissende Geruch, den man bisweilen an dem versüfsten Salpetergeist wahrgenommen haben wird, und dessen wahre Ursache, soviel ich weifs, noch unbekannt ist. Vielleicht, dafs dieser fremdartige Geruch vor der Erzeugung eines kleinen Antheils jener Substanz, die sich in der ganzen Masse des Destillats auflöst, herrührt. Der Geschmack dieser ölartigen Substanz war eben so widerlich, als ihr Geruch. Etwas weniges von ihr erregte, wenn es auch nur wenige Augenblicke auf der Zunge verweilte, ein höchst empfindliches, so leicht nicht wegzubringendes, Beissen und Brennen, von eben so eigenthümlicher Art, als jener Geruch. Die überstehende wäfsrige Flüssigkeit hatte, nur in schwächerem Grade, denselben penetranten Geruch und Geschmack, und sehr wenig von der schweren ölartigen Substanz mit vielem Wasser geschüttelt, theilte diesem sogleich beydes in hohem Grade mit, ohne dabey sonderlich an Masse zu verlieren. Ich wufste damals noch zu wenig, welche Aufmerksamkeit Producte dieser Art verdienten, und wie man sie zu behandeln hätte,

als daſs ich an bestimmte Versuche über die Natur derselben hätte denken können; und da ich nicht weiſs, wie bald ich Gelegenheit habe, diese sonderbare Sub-
39] stanz näher zu untersuchen, so mache ich vor der Hand diese rohe Notiz von ihr bekannt, in der Hoffnung, daſs sie Andern Veranlassung geben werde, auf dieselbe gelegentlich Rücksicht zu nehmen. Dann wird es sich ausweisen, ob die Entstehung dieser Substanz in meinem Versuche, so wenig mir dies auch wahrscheinlich ist, bloſs durch irgend einen fremden Gehalt der einen oder andern in demselben vorkommenden Materien bestimmt wurde, oder ob sie wirklich bey der gröſsten Reinheit des Braunsteinoxyds (— das meinige war zur Bereitung der vollkommenen Salzsäure und der schweren Salznaphthe gleich geschickt —) und der Schwefelsäure entstehen könne, (denn daſs das salpetersaure Kali und der Alkohol rein waren, war wohl gewiſs.) Man wird ihre Bestandtheile und das Verhältniſs derselben zu einander auffinden, und es mit denen des gewöhnlichen Salpeteräthers vergleichen, um das Verhältniſs zu erfahren, in welchem diese Substanz zu dieser stehe, und womit sie endlich auch erst ihre richtigere Benennung erhalten wird.

VI.

Galvanische Versuche an vom Ganzen abgetrennten menschlichen Gliedmaſsen; — angestellt am 28. Februar 1799 *).

Inhalt.

Zweck dieser Versuche. — Widriger Umstand dabey. — Resultat der angestellten: Vollkommen gleiches Verhalten menschlicher und thierischer Gliedmaſsen in solchen Versuchen, aus welchen ihr Verhalten in allen übrigen folgt. — Bitte um Versuche mit menschlichen Gliedmaſsen sogleich nach ihrer Abtrennung vom lebenden Ganzen, mit besonderer Hinsicht auf Brown's directe Asthenie.

*) Anmerkung. Das Nachfolgende ist der Bericht, den ich den Tag darauf dem Vorsteher dieses Instituts, Hrn. Hofr. Stark, übergab.

R.

Der Zweck, den sich der Ansteller der Versuche über die Reagibilität der Nerven und Muskeln des abgelösten Fuſses auf den Galvanismus vorzusetzen hatte, war nicht sowohl, die bisher durch so viele Experimentatoren mit menschlichen Gliedmaſsen angestellten Versuche zu wiederholen, — denn die Uebereinstimmung der Resultate aus denselben lieſs mit keinem zu berücksichtigenden Grade der Wahrscheinlichkeit eine Anomalie in diesem Falle erwarten, — sondern vielmehr, neuere, bis jetzt nur an Thieren, noch aber nicht an entblöſsten menschlichen Nerven und Muskeln, angestellte Versuche, und zwar solche, auf die sich ganze Reihen durch ihre Folgen merkwürdige andere reduciren, und die mit jenen gegeben sind, an diesen Theilen zu wiederholen, um sich selbst und Andere dadurch in den Stand zu setzen, aus dem, was nun ferner, wegen der leichtern Gelegenheit dazu, bloſs an den Theilen anderer Thiere beobachtet werden wird, was aber mit jenen, gleichsam als Radicalversuche anzusehenden, steht oder fällt, mit Grunde auf das schlieſsen zu können, was unter ähnlichen Umständen bey Menschen geschehen würde. Dies war um so interessanter, da es seit einiger Zeit scheint, daſs die Untersuchungen des Galvanismus in der That einige Aufklärung über manche Vorgänge in der noch ungestört organisch zusammenhängenden lebenden thierischen Maschine, und damit über die durch medicinische Kunst zu bewirkenden und auf die Erhaltung und Wiederherstellung des Wohls jener Maschine abzweckenden Modificationen derselben, verbreiten werden.

Unter den vielen Versuchen, die man sich anzustellen vornahm, konnten indeſs nur wenige mit der-

jenigen Genauigkeit und Entfernung aller fremden, das Resultat des Versuchs modificirenden Umstände, angestellt werden, welche nöthig ist, um ein durchaus reines entscheidendes Resultat zu erhalten, welches weitere Folgerungen aus demselben mit Gewifsheit zuliefse. Ein Haupthindernifs hierbey war, dafs es dem, welcher die zu diesen Versuchen nöthigen Nerven aufsuchte, erst gegen eine halbe Stunde nach der Ablösung gelang, welche zu finden, die zu genauen Versuchen geschickt waren. Man fand endlich eine ansehnliche Abtheilung des Cruralnerven in dem obern Theile der Wade, und präparirte sie bis zur Länge von $1\frac{1}{2}$ Zoll frey. Hier ist der Erfolg der nunmehr mit Genauigkeit angestellten Versuche.

1. Man armirte das nach dem Knie zu gelegene Ende des nach oben von seiner Fortsetzung abgeschnittenen Nerven mit Zink, und einen andern den Muskeln näher gelegenen Punkt dieses Nerven mit Bley. Bey der Berührung beyder Metalle unter einander wurden mehrere Muskeln der Wade unterhalb diesem Nerven, stark contrahirt. Merklich stärker wurden die Contractionen, als man statt Bley, Zinn nahm, und sie wuchsen in dem Verhältnifs, als man statt dem Zinn einen dem Ende folgender Reihe: Eisen, Kupfer, Wismuth, Silber, Reifsbley, Braunstein, näher stehenden Körper anwandte, so dafs sie (unter übrigens gleichen Umständen) bey Zink und Reifsbley, oder Braunstein, am stärksten waren.

2. Bey gleichen Metallen wurde die Contraction merklich stärker, wenn der dem Zink gegenüber stehende Körper auf den Muskeln, als wenn er eben-

falls auf dem Nerven lag, und hier nahm nun die Contraction mit der Gröſse der Berührungsfläche der Armatur des Muskels mit demselben, deutlich zu.

3. In allen diesen Versuchen hatte man nur Zukkungen im Augenblick der Schlieſsung der Kette, d. i. in dem Augenblicke, wo sich die beyden Armaturen unter einander berührten; nie bey der Trennung. Und man hatte sie immer nur bey der Schlieſsung, wenn von zwey (um einige Stellen aus einander liegenden) Galvanischen Leitern aus der Reihe: Zink, Bley, Zinn, Eisen, Kupfer, Wismuth, Silber, Reiſsbley, Braunstein, der früher genannte den Nerven, und der später genannte die Muskeln armirte, oder, in dem Falle, daſs beyde Metalle (u. s. w.) auf dem Nerven lagen, wenn das frühere den von den Muskeln entfernteren Punkt des Nerven, und das spätere den ihnen näher liegenden, armirte.

4. Gerade das Umgekehrte war es, wenn die Armaturen verwechselt wurden, d. i., der in voriger Reihe früher stehende Körper an den Muskel, und der später stehende an den Nerven, oder in dem Fall, daſs beyde an dem Nerven lagen, der frühere den den Muskeln näheren Punkt, und der spätere den entfernteren, armirte. Hier blieb nemlich die Zuckung bey der Schlieſsung der Kette, sobald diese nur vorsichtig genug geschah, um sie nicht durch Schüttern, u. dergl., mit nicht beabsichtigten Trennungen zu verunreinigeu, völlig aus, und erschien nur bey der Trennung der Kette. Die Contraction war, (bey gleichen Metallen und Berührungsflächen,) nicht sonderlich, aber doch merklich gröſser, in den Versuchen 3), als in den Versuchen 4).

5. Man unterband nun den nemlichen Nerven, nachdem man bereits die vorhergehenden Versuche an ihm angestellt hatte, in der Mitte, d. i., ohngefähr $\frac{3}{4}$ Zoll weit von seinem Eintritt in die Muskeln, fest. Man hatte sich vorher überzeugt, daſs das nunmehr oberhalb des Unterbandes gelegene Nervenstück, wenn es vor der Unterbindung zwischen die beyden Galvanischen Excitatoren, und allein, gefaſst wurde, noch reizbar genug war, um beym Galvanisiren starke Contractionen der ihm correspondirenden Muskeln zu veranlassen. Jetzt hörten sie auf, und es war zur Wiederherstellung derselben erforderlich, daſs das den Muskeln zunächst liegende Metall (u. s. w.) einen unterhalb des Unterbandes befindlichen Punkt des Nerven, oder die Muskeln selbst, berührte. Dieses war schon durch ältere Versuche ausgemacht. Nicht so Folgendes:

6. Man hüllte nun das unterhalb dem Unterband befindliche bloſsliegende Nervenstück in Muskelfleisch so weit ein, daſs dieses auf der einen Seite den Unterband völlig bedeckte, von ihm aus jeden Punkt des Nerven umgab, und so sich auf der andern Seite an die zu erregenden Muskeln selbst anschloſs. Man armirte den Nerven über dem Unterbande mit Zink, und brachte die mit diesem am stärksten wirkenden Körper, als Silber, Reiſsbley, oder Braunstein, auf die Muskeln, und beyde Armaturen in wechselseitige Berührung. Keine Spur von Contraction. Man schob die künstliche Bedeckung des Nerven mit Muskelfleisch etwas von den Muskeln zurück, so daſs ein kleiner Theil des Nerven wieder von allen Seiten mit Luft umgeben war. Die Contractionen erschienen wie-

der, und nahmen zu, wie jenes entblöſste Stück an Gröſse zunahm, und sie hatten ihre völlige vorige Stärke wieder, als man die Muskelfleischbedeckung ganz wegnahm. Man hüllte den Nerven von neuem ein, und von neuem blieb alles in Ruhe. Aber hierzu war es nicht durchaus nöthig, daſs der ganze, unterhalb dem Unterband frey präparirte Nerve in Muskelfleisch eingepackt wurde; es war

7. Hinlänglich hierzu, daſs man bloſs die unterbundene Stelle mit dem Muskelfleisch umhüllte, und diese Umhüllung durch die Fortsetzung des dazu dienenden Muskelfleisches, oder durch ein zweytes Stück Muskelfleisch, mit den Muskeln der Wade in Verbindung setzte; daſs also immer noch ein beträchtliches Stück des reizbaren Nerven frey blieb. Legte man jetzt den Zink an das oberhalb des Unterbandes befindliche Ende des Nerven, und das Silber, (den Wismuth, das Reiſsbley, u. s. w.,) an die Muskeln der Wade, so fehlte die Contraction eben so vollkommen, als ob der ganze Nerve in Muskelfleisch eingepackt gewesen wäre. Setzte man die Leitung von dem Unterband nach den Muskeln auſser Verbindung mit diesen, oder unterbrach man sie selbst, durch Trennung des Zuleiters vom Muskelfleisch von der Hülle des Unterbandes, so erschienen sogleich wieder Contractionen, die den vorher gehabten nichts nachgaben, wenn alles Muskelfleisch von dem Nerven wieder weggenommen wurde.

8. Daſs dennoch aber wirkliche Thätigkeit in der Kette, als solcher, vorhanden war, obschon die Organe in Ruhe blieben, fand man dadurch, daſs man auf schickliche Weise die Zunge oder ein Auge in die Kette brachte. Blitz und Geschmack hatten hier die-

selbe Intensität, als in den Fällen, wo sie von Contractionen in den Organen des Fuſses begleitet waren.

9. Man stellte die letzten Versuche nachher noch mit mehreren Modificationen an, um bey dieser Gelegenheit sich direct davon zu überzeugen, wessen man durch andere ältere Versuche eigentlich längst gewiſs war, nemlich: daſs die Wirkung in der Galvanischen Kette so lange fortdauere, als die Kette geschlossen bleibt, wenn vom Ganzen abgetrennte menschliche Organe, und zwar im Zustande der Ruhe sowohl, als wenn sie durch die Thätigkeit in der Kette selbst zu Contractionen bestimmt werden, Glieder derselben bilden. Man brachte hierzu Zink mit dem menschlichen Nerven in Berührung, Silber legte sich der den Versuch Anstellende auf die Zunge, und eine zweyte Zinkstange mit dem einen Ende ins Auge, mit dem andern auf die zu contrahirenden Muskeln der Wade. Jetzt berührte man das Silber der Zunge mit der Zinkarmatur des Nerven, und in diesem Augenblick geriethen die Muskeln in Contraction, auf der Zunge empfand man diejenige Art von Galvanischem Geschmack, welche man den alkalischen nennt, und im Auge entstand der sogenannt positive Blitz. Das mit diesem kommende Licht, und der Geschmack auf der Zunge, verharrten so lange, als die Kette geschlossen blieb. Bey der Trennung blieben die Muskeln des Fuſses in Ruhe; bloſs Geschmack und Lichterscheinung wurden aufgehoben. Man brachte jetzt das Silber, was die Zunge berührte, auf den Nerven, und die vorige Zinkarmatur desselben an die Stelle des Silbers auf die Zunge. Das übrige blieb wie vorhin. Die Organe blieben im Augenblick der Schlieſsung der Kette in Ruhe. Auf

der Zunge aber entstand der sogenannt saure Geschmack, und im Auge der negative mit Lichtverminderung begleitete Blitz. Beyde Zustände dauerten ebenfalls bis zur Trennung der Kette fort, woselbst sie aufhörten, indeſs nun zugleich die Muskeln des Fuſses in merkliche Contractionen geriethen. Sie wurden merklicher, als man statt des Silbers, Reiſsbley anwandte. Man änderte die Construction dieser Versuche noch auf mancherley Weise ab, immer aber war der Erfolg so, wie ihn jeder mit den Erscheinungen des Galvanismus mehr als historisch Bekannte aus den erzählten Resultaten für jeden möglichen Fall leicht vorher bestimmen kann. Geschmack und Lichterscheinung litten nicht merklich an Intensität, wenn durch eine Einhüllung des Nerven, die Ableitung von ihm nach den Muskeln macht, die wirksame Reizung desselben verhindert wurde. Die Zuckung bey der Trennung in den Fällen, wo die Construction der Kette keine bey der Schlieſsung derselben mit sich brachte, blieb späterhin weg, indeſs bey umgekehrter Construction die bey der Schlieſsung noch Statt hatte.

10. Während daſs diese Versuche (wiewohl nicht immer in der Ordnung, in welcher sie hier erzählt worden, was aber der Fähigkeit ihrer Resultate, Prämissen zu ferneren Folgerungen abzugeben, keinen Eintrag thut,) angestellt wurden, sank die Erregbarkeit der Gliedmaſsen immer mehr, so daſs man keine weitere neue Versuche anstellte, sondern bloſs mehrere von den erzählten nochmals wiederholte. Man muſste nach und nach immer stärkere Reize anwenden, die Nerven immer weiter herauspräpariren, u. s. w., bis endlich $1\frac{1}{4}$ Stunden nach der Ablösung des Fuſses,

nachdem nur geringe Zuckungen noch durch Zink und Reiſsbley oder Braunstein hervorzulocken waren, alle durch Galvanismus hervorzubringende sinnlich wahrzunehmende Wirkungen gänzlich ausblieben.

* * *

Man hatte hier bloſs die angestellten Versuche selbst zu erzählen. Was sich aus ihnen wirklich ergiebt, muſs hier übergangen werden, da die Beschreibung der übrigen Versuche an anderen Thieren, welche für diese bereits auf letzte Resultate leiteten, und die sich zu den jetzt erzählten Versuchen und ihren Resultaten wie Major zu Minor verhalten, nicht hierher gehört, und ohne sie doch nichts von dem zu sagenden verständlich und sogar nützlich seyn würde. Es wird indeſs noch Gelegenheit geben, zu zeigen, wie sehr der Abgang an der Menge der angestellten Versuche, durch ihre Reichhaltigkeit in Rücksicht des aus ihm Abzuleitenden, ersetzt werde.

Keine Bitte an diejenigen, welche künftig Gelegenheit haben, Versuche an abgesonderten menschlichen Gliedmaſsen, oder an ganzen menschlichen Körpern anzustellen, wird sich in der Folge wohl mehr rechtfertigen, als die, sich die Anstellung der Versuche 3. und 4., oder nur eines aus ihnen, überall zunächst angelegen seyn zu lassen, nemlich: an einen von den Muskeln entfernteren Punkt des Nerven Zink, an den andern diesen näher gelegenen, oder auf die Muskeln selbst, Kupfer, oder Wismuth, oder Silber, zu bringen, genau zu beobachten, ob bey der Schlieſsung der Kette, oder bey ihrer Trennung, Contraction in den Muskeln, oder, wenn sie bey beyden Acten da war, bey welchem sie am stärksten

war, dann die Armaturen zu verwechseln, und den umgekehrten Erfolg zu beobachten. Es ist sehr wahrscheinlich, daſs man wirklich Fälle antreffen werde, wo nicht, wie in unserm Falle, die Zuckung bey der Schlieſsung der Kette, (oder hier wenigstens am stärksten,) eintreten wird, wenn Zink den Nerven, und Wismuth, Silber, u. s. w., die Muskeln oder einen ihnen nahe liegenden Punkt des Nerven armirt, sondern wo das umgekehrte Verhältniſs Statt haben wird. Diesen Fällen werden dann eben so wahrscheinlich, — diese Vermuthung läſst sich durch Erfahrungen an andern Thieren, deren Verhalten zum Galvanismus, wie alle vorige Versuche lehren, mit dem abgetrennter menschlicher Organe ganz dasselbe ist, hinlänglich rechtfertigen, — eben so ausgezeichnete Zustände des Körpers, zu dem die dem Versuch unterworfenen Theile gehörten, entsprechen, und namentlich, vorzüglich hohe Grade desjenigen, den man seit Brown mit dem Namen: directe Asthenie, bezeichnet.

VII.

Einige Bemerkungen über den Galvanismus in der anorgischen Natur, und über den Zusammenhang der Electricität mit der chemischen Qualität der Körper; — aus einem Briefe an L. W. Gilbert in dessen Annalen der Physik. B. II. S. 80 — 86.

Inhalt.

Chemisch wirksame Kette aus blos anorgischen Körpern — Wahl der Electricität zwischen sich berührenden verschiedenen Metallen; die positive entscheidet sich für das oxydirbarere, die negative für das minder oxydirbare von beyden — Vermuthung entgegengesetzter Stimmungen chemischer Processe durch entgegengesetzte Electricitäten.

Auch in der anorgischen Natur ist der Galvanismus wirksam. — So mannigfaltige Resultate der bisherigen Untersuchungen des Galvanismus, an welchem lebende thierische Organe Theil nahmen, wiesen schon darauf hin. Es giebt Fälle,

wo diese Theile Agens und Reagens zugleich sind, aber wiederum welche, wo alles darauf hindeutet, daſs sie bloſs als letzteres zu betrachten sind, und wo sie dessen ungeachtet durch die immer sich ereignenden Veränderungen eine groſse Intensität vorhandener, unter dem Namen: Galvanismus, bekannter Wirksamkeit verkündigen, letztere also von ihnen nicht abzuhängen scheint. Aber es kann Skeptiker geben, die immer noch einen versteckten Verkehr zwischen dieser Wirksamkeit und der Gegenwart jener thierischen Theile in der ihr zum Gefäſse dienenden Kette für möglich halten, und die unserer Vermuthung so lange
81] keine Gültigkeit zugestehen, als wir nicht andere Reagentien, wie thierische Theile, als wir nicht völlig anorgische Körper auffinden können, die in ganz aus anorgischen Gliedern gebildeten, wirklich geschlossenen Ketten, gleichfalls Veränderungen (ihrer Mischung, u. s. w.,) erleiden, denen sie beym Mangel des Geschlossenseyns dieser nicht ausgesetzt sind. Es ist mir endlich geglückt, durch eine genauere Analyse der zuerst von Ash angestellten, nachher von Gödeking und von Humboldt wiederholten, und vom letzteren in s. Vers. üb. d. ger. Muskel- und Nervenfaser, B. I. S. 472 — 477. beschriebenen Versuche, dieser Forderung Genüge zu leisten. Da in dem ersten Bande meiner Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus u. s. w. weitläuftiger die Rede davon seyn wird, so entschuldigen Sie mich, wenn ich Ihnen für jetzt nur einen Versuch als Beleg meiner Angabe beschreibe.

(Er enthält nichts, was nicht in No. VIII., und in den Beyträgen z. näh. Kenntn. d. Galvanismus B. I. St. 2. wieder vorkäme.)

Noch füge ich eine andere Beobachtung bey, [84
die vielleicht bestimmter, als eine der bereits vorhan-
denen, die Beziehung der Electricität auf
chemische Qualität der Körper, merklich
macht, und auf die ich bey der Zergliederung der vom
Herrn von Humboldt (s. Salzb. med. chir.
Zeitung. 1797. B. IV. S. 380. 381., und Vers. üb.
d. ger. Muskel- und Nervenfaser. B. II. S. 454.
455.) entdeckten „Neuen electrischen Erscheinung,"
die ich übrigens völlig bestätigt, und auch, da bey An-
wendung des Glases die Electricität positiv ist, für die
negative eben so geltend gefunden habe, geleitet
wurde. — Man lege auf einer Glastafel von zwey
frischen, wie für Galvanische Versuche präparirten
Froschschenkeln, den Nerven des einen auf eine
Platte Zink, und verbinde beyde Platten durch ein
Stück Metall, etwa Eisen, oder bringe sie in unmittel-
bare Berührung mit einander; man wird hierbey ge-
wöhnlich, sobald die Schenkel oder ihre Nerven nicht
noch sonstwo mit einander verbunden werden, keine
Zuckung bemerken. Man lade nun eine Leidner Fla-
sche entweder so weit, daſs sie, wenn sie jetzt entla-
den würde, noch keine merkliche Commotion gäbe,
oder lade sie so stark, und entlade sie vorher, [85
und bringe nun, indem man die Flasche an der äuſsern
Belegung faſst, den Knopf mit dem einen von den
sich berührenden Metallen in Berührung. Ist die in-
nere Belegung positiv geladen, so werden bey star-
ker Ladung zwar beyde Schenkel, anfangs scheinbar
gleich stark bewegt werden, bey wiederholten Berüh-
rungen aber wird deutlich die Contraction des Schen-
kels schwächer werden, dessen Nerve auf dem Silber
liegt, und bald wird sie bis zum Verschwinden aller

Contraction nur noch in dem mit dem Nerven auf dem *Zink* liegenden Schenkel allein, zu sehen seyn. Ist die Ladung der genannten Belegung hingegen *negativ*, so wird das Verhältniſs gerade das umgekehrte seyn, das ist, am stärksten, und dann ganz allein, wird der mit seinem Nerven auf dem *Silber* liegende Schenkel zucken. Legt man zwey Schenkel mit ihren *Muskeln*, den einen auf Silber, den andern auf Zink, so wird bey *positiver* Electricität ebenfalls der auf dem *Zink*, und bey *negativer* der auf dem *Silber* liegende Schenkel am stärksten oder allein contrahirt werden; nur gehören hier bey gleichen Erregbarkeiten stärkere Mengen Electricität dazu, um gleiche Wirkungen hervorzubringen. — Sie sehen sehr bald, welcher Ausdehnung diese Phänomene fähig sind, und daſs Zink und Silber nicht die einzigen Metalle sind, die dieselben gewähren. Die Reihe der letztern ist hier dieselbe, wie in den vorhin erzählten Erscheinungen. — Dessen ungeachtet aber werden
86] wir hieraus, wenigstens hieraus allein nicht, auf die Identität des Princips Galvanischer Wirksamkeit mit dem der electrischen, schlieſsen dürfen, da genauere Betrachtungen der Phantasie Schranken setzen. Ein desto freyeres Spiel hingegen wird dieser als Vorläufer der Wahrheit vergönnt seyn, wenn es sich, was mehr als wahrscheinlich ist, bald zeigen sollte, daſs diese entgegengesetzten Electricitäten auch für wirkliche Stimmung *chemischer* Processe, sich eben so *entgegengesetzt* verhielten.

VIII.

Beweis, daſs der Galvanismus auch in der anorgischen Natur zugegen sey; — vorgelesen in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena, im Frühling 1799.

Inhalt.

Fruchtbarkeit der bisherigen Untersuchungen über den Galvanismus — Vergröſserung derselben durch den etwaigen Beweis seiner Unabhängigkeit von thierischen Organen und Theilen — Entferntere Gründe für letztere — Wie direct dafür beweisende Versuche sich ausnehmen müſsten — Als Mischungsveränderung — An anorgischen Körpern also als Oxy- und Desoxydationsprocesse — Aussicht auf die Möglichkeit solcher Versuche nach allem Früheren — Veränderte und zwar meist beschleunigte Oxydirbarkeit aller Metallgemenge und Gemische — Ash's Versuche als über einfachste mit Wasser in Verbindung stehende Metallgemenge — Daſs wirklich schon in diesen Versuchen Galvanische Ketten vorkommen müssen — Wegräumung der Einwürfe dagegen — Umbildung dieser Versuche zu vollkommen Galvanischen Ketten — Erfolg dieser Versuche — Beschleunigung desselben durch Wärme — Bestimmung der

Localitäten in diesen Versuchen — Das Oxydirbarere von je zwey festen Leitern wird in der Kette in seiner Oxydation erhöht — Die Flüſsigkeit wird desoxydirt — Möglichkeit des Galvanismus, nur eines schwächeren, in Ketten, welche Isolatoren enthalten — Aeltere dafür sprechende Phänomene — Direct beweisende Versuche — Galvanismus im Pflanzenreich — Data dafür, besonders aus Humboldt's und Anderer Keimversuchen — Galvanismus auch im Thierreich als Mischungsveränderung Leitendes — Triplicität im Oxydationsproceſs — Jede Oxydation ist ein Galvanischer Proceſs.

Es sind bereits gegen anderthalb Jahre, daſs ich die Ehre hatte, dieser verehrungswürdigen Gesellschaft meine Gedanken über einen Gegenstand mitzutheilen, der mehr, als andere, darauf Anspruch zu machen berechtiget zu seyn scheint, zu zeigen, wie groſs die Natur auch im Kleinen seyn könne. So gewöhnlich auch dieser Fall bey ihr ist, um so ungewöhnlicher ist er es dennoch bey uns, und wir können zufrieden seyn, wenn wir nicht bisweilen in das offenbare Gegentheil verfallen. Dies mag wohl der vorzüglichste Grund davon seyn, daſs eine Reihe Erscheinungen, welche die Physiologen und Naturforscher seit einem Jahrzehend beschäftigen, nicht sogleich alle die Resultate gewährten, die schon ihr erster Entdecker Galvani mit so viel Zuversicht von Ihnen erwarten zu müssen glaubte, wenn auch schon die Natur mit ihm über das Wie ihrer Darstellung nicht ganz eins seyn mochte. Ein glücklicher Zufall spielte auch mir jene Erscheinungen in die Hände, und in der That, es muſste in der Natur des Gegenstandes mehr, als in mir,

der ich anfangs sie wirklich für sehr gleichgültig hielt, liegen, dafs auch mich Ahnungen seiner Fruchtbarkeit überraschten, die ich vorher als Traum weiter zu erzählen, wohl kaum gewagt hätte. Ist aber unsere Phantasie oft selbst nichts, als der Schatten der Wirklichkeit, ist Ahnung nicht selten nur das Morgenroth, welches dem Aufgang der Wahrheit vorangeht, was Wunder dann, wenn Dinge zur Wirklichkeit gelangen, an welche vorher die Dichtung kaum geglaubt haben möchte.

Eines der Hauptresultate meiner Untersuchungen über den Galvanismus war: die Gegenwart eines beständigen Galvanismus im Thierreich, und der grofse Antheil, den er an so vielen Erscheinungen der thierischen Oekonomie hat. Schon in einer in dieser Versammlung im October 1797 gehaltenen Vorlesung deutete ich dasselbe an, und mehr noch habe ich bey der Herausgabe der Schrift: Beweis, dafs ein beständiger Galvanismus den Lebensprocefs im Thierreiche begleite, dasselbe aus einander gesetzt. Dort wurde zuerst der eigentliche Begriff des Galvanismus, als einer Wirkung, entstanden aus dem Uebergang einer Reihe mit einander in Berührung gebrachter Körper bestimmter Qualität, zur Kette, aus dem Uebergang der Linie in die Figur, aus einander gesetzt; es wurde gezeigt, dafs diese Wirkung, verschieden nicht blofs dem Grade nach sondern specifisch verschieden, von der durch simple Berührung zweyer differenter Körper bewirkten, so lange fortdauere, als die Figur Figur bleibe, als sie nicht zurückgehe in die Linie, oder die Kette getrennt werde; dafs sie ferner, wenn gewisse thierische Theile unter gewissen Bedingungen an der Bildung dieser Figur Theil nehmen, mit

dem Ein- und Abtritt dieser Bedingungen, bey gehöriger Gröfse derselben, sie zu Contractionen reize; dafs sie aber auch aufserdem, im Zustande der scheinbaren Ruhe der Theile, Modificationen in ihnen bewirke, die für ein organisches Individuum die höchsten scheinen, deren seine Theile fähig sind. Es wurde dargethan, dafs die Bedingungen für die Production dieser Wirkung sich auf das vollkommenste wiederfänden in der thierischen Maschine, und hingedeutet auf die grofse Rolle, welche dieselbe an den Erscheinungen des Lebens nothwendig haben müsse. Seine Wirkung gab durch beständige Aufhebung ihrer Bedingungen, und die eben dadurch bewirkte Begründung neuer und mit den vorigen identischer, gleichsam das erste Symbol aller Organisation, als Selbstreproduction, und so war es nicht zu kühn, das Leben selbst mit dem letzten Ausdruck des Galvanismus für den Thierkörper zu vergleichen.

Wir kannten aber bisher nur thierische Organe als Reagentien für die Gegenwart dieser Wirkung in geschlossenen Reihen mit einander verbundener Körper, und so war es leicht möglich, dafs, geleitet noch dazu durch einen sehr edlen und tief in der Natur thierischer Organisation gegründeten Trieb, alles auf sich, und den Stamm zu beziehen, von dem es selbst der höchste Zweig ist, dafs mehrere, sage ich, glaubten, annehmen zu müssen, dafs diese Wirkung überhaupt in diesen Verbindungen nur in sofern Statt habe, als thierische Theile an der Bildung derselben Theil nähmen, und man konnte sie in der That durchs Experiment so lange nicht widerlegen, als man nicht Mittel ausfand, welche die Gegenwart derselben, wenn sie auch in der übrigen organischen Schöpfung, dem Pflanzenreich, oder in der

anorgischen Natur überhaupt, Statt hätte, sinnlich wahrnehmbar machte. Der Gedanke aber, daſs alle thierische Natur ja selbst nur ein bloſser Zweig am groſsen Stammbaum der allgemeinen Natur sey, daſs sich in ihr die differentesten Farben doch zuletzt achromatisch zu Einem Allem leuchtenden Lichte vereinigen, muſste wenigstens die Hypothese rechtfertigen, an die Aufsuchung dieser Wirkung auch in den übrigen Theilen der Natur zu denken.

Ich werde im Folgenden einige Versuche beschreiben, welche ich angestellt habe, um ihre Gegenwart unter den gehörigen Bedingungen auch in der anorgischen Natur darzuthun, und deren Resultate mir gezeigt haben, wie erlaubt der Gebrauch solcher Analogieen sey, sobald er nur auf eine der Würde ihrer selbst entsprechende Art geschehe. — Aber, wie sollte man es sichtbar machen, das Unsichtbare, wie gleichsam der Geist übergehen in die Materie? — Am thierischen Organe ist die nächste Anzeige dieser Wirkung, oder vielmehr ihres Ein- und Austritts, Raumsveränderung des Organs, Contraction, begleitet jedesmal von Wiederherstellung des vorigen Volumens, von Expansion. Aber, wenn es sich von einem höhern Standpunkt aus erweisen läſst, daſs die räumliche Erscheinung eines jeglichen Wesens nichts ist, als der sinnliche Ausdruck seines inneren Kraftverhältnisses, daſs dieses Kraftverhältniſs, seine dynamische Beschaffenheit, gleich ist seiner sogenannt chemischen Qualität, d. i., seiner Mischung, und daſs alle räumliche Veränderung nur sinnlicher Ausdruck der Veränderung innerer Qualität, der Mischungsänderung ist, so ist es erwiesen genug, daſs der empirische Ausdruck für den Vorgang, den der Einfluſs dieser Wirkung auf das thierische Organ

veranlaſst hat, Mischungsänderung sey, nur daſs dieselbe hier unmittelbar darum nicht immer sogleich in die Sinne fällt, weil ihm ein Proceſs entgegensteht, der jedesmal wiederum mischt, was vorher entmischt war, so daſs eigentlich der Lebensproceſs, vom chemischen Standpunkt aus, selbst nichts, als das Zerstören und Wiederherstellen derselben Mischung, aufgefaſst in Einen Begriff, gleichsam die gemeinschaftliche Grenze zwischen Seyn und Nichtseyn, d. i. reine Thätigkeit, ist, und die Momente dieses Acts nichts als die Grade jenes Processes sind; wodurch aber freylich der Proceſs selbst wiederum nicht chemisch, oder wenn man will, wenigstens ein chemischer Proceſs der zweyten Potenz wird. In den Sinn aber fällt sie daher wirklich, sobald durch die Trennung des Theils von dem organischen Ganzen die Bedingungen für die Wiederherstellung des vorigen dynamischen Zustandes, der vorigen Mischung, mehr oder weniger aufgehoben sind, und es ist bekannt genug, wie z. B. Galvanisirte Theile eher in Fäulniſs übergehen, als dieser Wirkung nicht unterworfen gewesene; wie von andern Reizen krankhaft afficirte Stellen des Körpers, z. B. durch Cantharidenpflaster wund gezogene, Flüssigkeiten von anderer Mischung, auf die Einwirkung des Galvanismus secerniren, als ohne sie; u. s. w.

M i s c h u n g s v e r ä n d e r u n g wäre es also auch, was man in der a n o r g i s c h e n Natur als Product der Einwirkung des Galvanismus zu erwarten hätte, und da es sich wohl, über kurz oder lang, auch empirisch gewiſs ausweisen möchte, daſs aller chemische Proceſs nichts, als ein bald so bald anders verkleideter O x y - und D e s o x y g e n a t i o n s p r o c e ſ s, der Sauerstoff also die Axe aller chemischen Rotation auf Erden,

sey, was dürfte man anders erwarten, als eine Modification dieses oder jenes Körpers, deren Factor der Sauerstoff, der Procefs also oxy- oder desoxygenirend, oder, da keiner dieser Processe einzeln Statt haben kann, sondern immer soviel vom einen den andern begleitet, als der andere selbst beträgt, dafs es ein aus beyden zusammengesetzter Procefs sey, durch welchen sich die Einwirkung des Galvanismus auf Körper aus der sogenannt anorgischen Natur offenbare.

Die Fundamentalbedingung der Wirksamkeit des Galvanismus ist die Zusammenkunft wenigstens zweyer heterogener Leiter des Galvanismus von einerley Zustand der Aggregation, und eines von einem von dem vorigen verschiedenen Zustande derselben, also entweder zweyer fester und eines flüfsigen, oder eines festen und zweyer flüfsigen. Die festen Leiter des Galvanismus sind allesammt, (den einzigen krystallisirten Braunsteinkalk, und wer weifs, ob dennoch, ausgenommen,) oxydirbarer Natur, und noch näher bestimmt: sie sind alle metallischer Natur, (bis auf die Kohle; deren ebenfalls metallische Natur aber vielleicht eben dadurch vindicirt wird, dafs sie sich in ihrem Verhalten zum Galvanismus, wie in vielen andern Hinsichten, mitten unter die Metalle und metallhaltigen Stoffe stellt; welchem daher um so genauer nachzuforschen ist, da die Natur überall die Continuität liebt, und bey ihr vom Menschen herab bis zum Polyp und der Pflanze so wenig, als von der Platina herab bis zum Wasserstoffgas, oder dem Stickgas bis zum Kiesel, ein Glied übersprungen seyn, und sie so

wenig ein Metallreich, als ein Reich der Erden und Steine unterscheiden mag.)

Zwey verschiedene Metalle und Wasser oder Wasserhaltende Feuchtigkeit also, werden die Bedingungen zur Wirksamkeit des Galvanismus sehr vollständig enthalten, und letzterer würde sich vielleicht durch Oxydation des einen von beyden Metallen, etwa des oxydirbareren, und die gleichzeitige Desoxydation des Wassers, ausweisen. Auch müfste dieser Fall sich oft genug bereits ohne unsere Absicht zugetragen, und damit die Wirkungen, welche im Fall des Vorhandenseyns jener Wirksamkeit daraus entstünden, Statt gehabt haben. Aber wo deutet denn auch der ausgemacht beschleunigte Oxydationsprocefs bey Metall-Gemengen und Gemischen hin? — Hat die Bedingung, in sofern sie die festen Leiter betrift, nicht bey jedem Amalgama, bey jeder Metallmischung Statt? — Werden nicht wirklich Amalgame schneller verkalkt, als jedes der dieselben bildenden Metalle für sich? — Und wer kennt nicht die leichte Oxydirbarkeit mehrerer anderer Metallmischungen, z. B. des Schnellloths, u. dergl.? — Diese Verkalkung wird beschleunigt durch einen hohen Grad von Feuchtigkeit der Luft, gerade, als wenn dieser Wassergehalt einen Hauptfactor des Processes ausmachte, ohngeachtet gewöhnlich nicht er, sondern die umgebende Luft, dabey consumirt wird. Aber sie wird dabey selbst nur dadurch consumirt, dafs dem Wasser sein Sauerstoff entzogen, der Wasserstoff also frey wird, im Moment des Freywerdens aber sich sogleich mit dem Sauerstoff der Luft zu neuem Wasser verbindet; denn ist keine Luft gegenwärtig, und geht die Verkalkung dennoch vor sich, so wird keine Luft verschluckt, sondern

es entbindet sich welche, und zwar gerade solche, deren einer Bestandtheil die verbrennliche Basis des Wassers ausmacht. Eben so sah DE LUC Stahlfedern in Quecksilber eher rosten, als ohnedem, und eine uralte Beobachtung ist es, dafs Zink, Zinn, Bley und dergleichen, durch blofse Vermengung mit edlen Metallen, als Gold oder Silber, weit mehr zur Verkalkung disponirt werden, als ohne dieselbe. — Merkwürdiger aber sind die Versuche, welche D. ASH zu Oxford über die Veränderungen angestellt hat, welche durch die Berührung gleichartiger oder ungleichartiger Metalle hervorgebracht werden. Er legte zwey homogene Zinkplatten, mit Wasser befeuchtet, auf einander, so dafs sie in so vielen Punkten, als möglich, mit einander in Berührung kamen, und bemerkte äufserst wenige Wirkung. Eben so wenige, wenn er Silber auf Silber unter gleichen Umständen legte. Brachte er aber auf die nemliche Art Zink und Silber zusammen, so war der Effect sehr stark. Der Zink schien sich zu oxydiren, und die ganze Oberfläche der angefeuchteten Silberplatte war mit einem feinen weifsen Staube, mit Zinkkalk, bedeckt. Bley und Quecksilber wirkten eben so stark auf einander, so auch Eisen und Kupfer. Herr VON HUMBOLDT, der diese Beobachtungen in dem ersten Bande seiner Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser mittheilt, wiederholte diese Versuche, und fand sie völlig bestätigt. Er lies Zink auf Glas verkalken, und anderen Zink auf Silber. In gleichen Zeiten war auf dem Silber dreymal mehr Zinkkalk entstanden, als auf dem Glase. Zwar empfehlen Beyde, dafs beyde Stoffe sich in soviel Punkten, als möglich, berühren, und man sieht daraus, dafs sie keinesweges die Herstellung der Bedingungen

Galvanischer Ketten beabsichtigten, bey der nicht mehr als Ein Berührungspunkt erforderlich ist; — wenn man indeſs bedenkt, daſs es der Kunst schlechterdings unmöglich ist, zwey Metallplatten so eben abzufeilen oder zu schleifen, daſs sie sich durchaus in jedem Punkte berühren sollten, daſs also, wären die Metalle nicht elastische Körper, ein auſserordentlicher Zufall dazu gehörte, wenn sich je zwey Platten, wären sie auch noch so groſs, in mehr als drey Punkten wirklich berühren sollten, daſs aber, bey aller ihrer Elasticität, dennoch Stellen die Menge vorkommen müssen, wo sie sich nicht unmittelbar berühren; bedenkt man also, daſs hier nichts als ein Aggregat einer vielleicht unzähligen Menge Galvanischer Ketten, und in jeder die Bedingungen ihrer Wirksamkeit, vorhanden seyen; hält man damit den wirklich erfolgenden, bloſs dieser Zusammenkunft heterogener Metalle zuzuschreibenden besondern Effect zusammen: was hindert noch, wirklich Letzteres für das anzusehen, was man erwartet, für Product derselben Wirksamkeit, welche, gegen ein thierisches Organ gerichtet, es in Contractionen versetzt, u. s. w.? —

Indessen sind doch hier noch Umstände zugegen, die beym gewöhnlichen Galvanisiren wegfallen, ich meine dies, daſs zwischen den Metallen, bis zum gemeinschaftlichen Berührungspunkte hin, Feuchtigkeit zugegen ist, ein Umstand, der eigensinnigen Gegnern hinlänglich genug seyn möchte, jene Auslegung nicht für gültig anzusehen. — Ich bin daher bemüht gewesen, zu untersuchen, ob nicht derselbe Erfolg Statt hätte, wenn die Flüſsigkeit nicht bis zum gemeinschaftlichen Berührungspunkte mit den Metallen in Verbindung stände, sondern bloſs dieselben an einem diesem

entgegengesetzten Orte verbände, gerade so, wie dies in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen Statt hat, wo ein Nerve zwey Metalle ohngefähr dergestalt verbindet, dafs alle drey ein Dreyeck bilden, dessen eine Seite der reizbare Nerv, die beyden andern aber die beyden Metalle, sind. Ich stellte zu diesem Behufe folgende Versuche an.

Auf das platte Brustbild einer grofsen Silbermünze setzte ich einen Tropfen destillirtes Wasser, und legte eine reine Zinkplatte so auf denselben, dafs sie auf der einen Seite auf dem Rande der Münze auflag, auf der entgegengesetzten aber durch ein Stückchen Glas von ihm entfernt gehalten, und der Tropfen zwischen beyden so breit geprefst wurde, dafs er weder mit dem Glase, noch mit der Stelle, wo beyde Metalle sich vereinigten, in Berührung kam. Das Ganze wurde bey einer Temperatur von etwa 16° Reaum. vier Stunden lang ruhig liegen gelassen, nach dieser Zeit aber aus einander genommen. Das Wasser war ganz milchweifs geworden, und halb vertrocknet, es liefs sich eine merkliche Quantität entstandener weifser Kalk absondern, den ich aufhob. Beyde Metalle wurden gereinigt, neues Wasser zwischen sie gebracht, und die Verbindung von neuem wiederhergestellt, doch mit der Abänderung, dafs an der Stelle, wo vorhin sich die Metalle berührten, ein Streifchen Papier dieselben von einander getrennt hielt, also überhaupt keine leitende Galvanische Kette geschlossen war. Die Entfernung beyder Metalle, da wo das Wasser sie berührte, von einander, und die äufsere Temperatur, waren übrigens dieselben. Bey dem Auseinandernehmen nach eben so langer Zeit, wie vorhin, d. i., nach vier Stunden, fand sich nur wenig Kalk vor; es war

nicht möglich, eine bemerkliche Quantität von dem Silber abzusondern. Auch bildete im letzten Fall der Kalk mehr einen Ring innerhalb des Wassers, concentrisch mit seinen Grenzen, anstatt vorhin die ganze Wasserfläche, und fast gleichförmig, damit überzogen war. — Eine ähnliche Vorrichtung blieb zehn Stunden ruhig stehen, aber ebenfalls nur ein schwacher Ring von Kalk war entstanden, und die Menge desselben keiner Abnahme und Schätzung fähig, und statt, dafs im ersten Versuche der Zink wirklich angefressen war, hatte er in diesem fast nichts von seinem Glanze verloren. — Nach Reinigung der nemlichen Metalle construirte ich eine neue Kette, die wirklich geschlossen wurde, d. i., wo beyde Metalle sich wirklich an einem Punkte berührten, und nach vier bis fünf Stunden fand sich ziemlich die nemliche Menge Zinkkalk wieder vor, wie in dem ersten Versuche. Ich habe diese Versuche sehr oft wiederholt, immer aber mit dem gleichbleibenden Erfolge, dafs weit mehr Kalk in derselben Zeit entstanden war, wenn die Metalle einander berührten, als wenn sie durch einen isolirenden Körper, auch Luft, von einander, selbst in den möglich kleinsten Entfernungen von einander, gehalten wurden.

Da chemische Processe so entschieden durch Wärme beschleunigt werden, so untersuchte ich, ob auch hier dieses der Fall seyn würde, und ich hatte nicht geirrt. Von zwey Zinkplatten setzte ich auf jede zwey Tropfen Wasser; auf die eine brachte ich eine Silberplatte dergestalt, dafs das Wasser sie in ziemlich grofser Fläche berührte, dafs sie auf der einen Seite auf dem Zink unmittelbar auflag, auf der andern Seite aber durch ein Stückchen Glas von ihm entfernt

gehalten wurde; auf der andern wurde eine gleiche Silberplatte genau unter die nemlichen Umstände versetzt, nur, daſs sie an keinem Punkte den Zink berührte, sondern durch ein Stückchen dazwischen gelegtes Papier von ihm entfernt gehalten wurde. Beyde Zinkplatten wurden auf einer Glastafel über ein Kohlenbecken gebracht, und so nach und nach beyde gleich stark erwärmt. Nach etwa vier Minuten wurde alles geöffnet. Auf dem Zink, wo die Kette nicht geschlossen gewesen, fand sich kaum eine Spur von Verkalkung, dagegen auf dem, wo die Kette geschlossen gewesen, die ganze Fläche stark verkalkt war. Alles wurde wieder genau unter die vorigen Umstände gebracht, nur daſs die vorher ungeschlossene Kette jetzt die geschlossene wurde, und die vorhin geschlossene jetzt ungeschlossen blieb. Ueberdies erhielt die ungeschlossene Kette noch die stärkste Hitze. Nach wenigen Minuten war das Wasser bey beyden verdampft, und der Zink in der ungeschlossenen Kette ohne Verkalkung, indeſs der Zink der geschlossenen Kette in der ganzen Fläche, in welcher er mit dem Wasser in Berührung gestanden hatte, verkalkt war. — Dieser Versuch wurde wiederholt, die ungeschlossene Kette abermals der gröſsern Hitze ausgesetzt, mit dem Erhitzen aber nicht bis zur gänzlichen Verdampfung aller Feuchtigkeit angehalten. Das Wasser der ungeschlossenen Kette war noch ganz hell, und der Zink ohne Verkalkung, in der geschlossenen Kette aber war das Wasser vom entstandenen Zinkkalk bereits ganz milchigt geworden.

Aber nicht bloſs diese beyden Metalle, Zink und Silber, brachten diese Wirkung hervor. Ich sah sie, nur nach Verhältniſs ihrer Galvanischen Wirksamkeit

bald in stärkerem, bald in schwächerem Grade, bey Zink und Graphit, Zink und Wismuth, Zink und Kupfer, so wie bey Zinn und Silber, Zinn und Graphit, oder mit Bley und Silber, erfolgen, und bey Zinn vorzüglich wird der Versuch um so entscheidender, da sich dieses in einer Zeit von der Länge der Dauer des Versuchs, wenn es mit keinem fremden Metall in Berührung ist, fast gar nicht mit Wasser verkalkt, indeſs es sogleich geschieht, als Zinn mit Silber in Berührung gebracht, und beyde am entgegengesetzten Ende durch einen Tropfen Wasser verbunden werden. Setzt man auf Messing, auf Kupfer, oder auf Wismuth, einen Tropfen Wasser, und läſst ihn einige Stunden darauf stehen, so findet man nach dieser Zeit einen mehr oder minder merklichen Flecken auf den genannten Metallen; hat man mit dem Wasser und dem Metall ein zweytes in der Galvanischen Reihe höher stehendes Metall, z. B. Silber, oder auch Braunstein, in Berührung gebracht, so wird dieser Fleck in derselben Zeit weit auffallender, ja er geht selbst in wirkliche sichtbare Verkalkung über. Sogar auf Silber, auf welches ich in Wasser kleine Stückchen sehr reinlichen krystallisirten Braunsteinkalk legte, spielte nach etlichen Stunden das Wasser mit Pfauenfarben, und es setzte sich schwärzlicher Staub zu Boden, der durchaus nicht vom Braunstein herrührte, welcher seinen vollen Glanz behielt, sondern einzig vom Silber, welches allein matt geworden war. Uebrigens erschien der Kalk nur darum schwarz, weil der Versuch im Tageslichte geschah. Dasselbe Stückchen Braunstein auf Glas in Wasser gelegt, gab nicht eine Spur von pulverigtem Absatze.

Alle diese Versuche, die der mannichfaltigsten Mo-

dificationen fähig sind, geben uns zwar einen hinlänglichen Beweis davon, daſs wirklich Verbindung differenter Metalle in Form einer Figur durch Wasser, eine Wirkung begründe, die mit der geringsten Störung der leitenden Verbindung wegfiel, und was tausend Umstände als nothwendig ahnen lassen muſsten, hat sich durch Versuche direct bestätiget. Noch aber ist die Frage bestimmt zu beantworten, welches von beyden Metallen denn durch diese Wirkung allein, oder doch am meisten, in seiner Oxydirbarkeit erhöht werde, da, wenn diese Wirkung die nemliche mit der in dem thierischen Galvanismus wäre, nothwendig hier eben so gut feste Reihen Statt finden müſsten, wie dort. Eine solche Reihe ist im thierischen Galvanismus diejenige, welche gebildet wird durch die Seite der Zuckung, wenn man die Nerven zweyer Froschschenkel auf zwey verschiedene Metalle, und diese in Verbindung unter einander, setzt; — die bey der Schlieſsung eintretende Contraction wird nicht auf beyden Seiten mit gleicher Stärke Statt haben, sie wird bey hoher Erregbarkeit der Organe auf der einen Seite, d. i., in dem einen Schenkel, stärker seyn, als in dem anderen; bey niederer Erregbarkeit hingegen wird sie überhaupt nur in dem einen von beyden Schenkeln Statt haben, und dieser Schenkel wird dann der seyn, dessen Nerve auf dem Metall liegt, welches das andere mit ihm in der Kette befindliche, wenn es in Säuren aufgelöst ist, aus denselben metallisch niederschlägt. Schon diese so ganz chemische Reihe zeigt, daſs der Galvanismus irgend in einem versteckten Zusammenhange mit den chemischen Erscheinungen stehen müsse, und, wo sich seine Wirksamkeit so entschieden chemisch äuſsert, wie in den eben erzählten Ver-

suchen, da kann man wohl erwarten, etwas Ähnliches wieder zu finden. Aber so ist es auch wirklich. Auf folgende Weise liefsen sich die Versuche, welche dies darthun, sehr leicht veranstalten.

Ich bohrte in ein hölzernes Brettchen vier Löcher, dergestalt, dafs jede zwey von ihnen einige Zolle von einander abstanden, die Löcher jedes Paares aber wieder bald zwey, drey, oder vier Linien Zwischenraum zwischen sich hatten. Durch das eine Loch des einen Paares steckte ich eine Stange Wismuth, durch das andere eine von Zink, beyde perpendiculär, und durch die Löcher des anderen Paares zwey dergleichen Stangen auf eben die Art. Die Zinkstange des einen Paars verband ich mit der Wismuthstange desselben durch ein Stück Metall, bald Zink, bald Wismuth, oder irgend einen andern festen Leiter des Galvanismus. Die Metallstangen des anderen Paares liefs ich ohne Verbindung. Auf einer Glastafel wurden nun in einer gleichen Entfernung von etlichen Zollen, innerhalb zwey mit Fett gezogene Quadrate, in jedes vier Tropfen destillirtes Wasser gebracht, und diese Tafel horizontal unter die, in dem zwischen zwey Büchern festgehaltenen Brettchen, perpendiculär stehenden Metallstangen so gestellt, dafs jede zwey der glatt gefeilten Grundflächen dieser Metalle mit ihrem Wasser, nicht aber mit der Glasplatte selbst, in Berührung standen; überall wurden die Umstände gleichgesetzt, und die ganze Vorrichtung in Ruhe gelassen. Schon nach einer halben Stunde, noch mehr aber nach drey Viertelstunden, war um die Zinkstange der geschlossenen Kette eine milchigtweifse Scheibe entstanden, die sich nach dem Wismuth hin zog, und die Gestalt eines halben Mondes hatte, indefs um die Zinkstange der unge-

schlossenen Kette herum, noch nichts zu sehen war. Nach vier Stunden endlich wurde alles wieder aus einander genommen. Um den Zink der ungeschlossenen Kette hatte sich zwar ebenfalls ein schwaches Viereck von Zinkkalk gebildet, aber concentrisch mit dem Mittelpunkt der viereckigten Zinkstange, und seiner Intensität nach gar nicht zu vergleichen mit dem um die Zinkstange der geschlossenen Kette entstandenen, der noch immer sein halbmondförmiges und sehr ausgedehntes Ansehen hatte. Der Zink des kleinen Ringes war weit weniger angefressen, als der des zweyten gröſseren. Aber von Verkalkung um das zweyte Glied beyder Ketten, um den Wismuth herum, war nicht ein Atom zu entdecken, er war in beyden Fällen gänzlich leer. Ich habe denselben Versuch mehreremal, und auch mit Silber und Zink, wiederholt, durchaus aber mit dem nemlichen Erfolg. Immer war nur das oxydirbarere Metall, oder dasjenige von beyden, auf dessen Seite im thierischen Galvanismus die Zuckung bey der Schlieſsung der Kette am stärksten oder allein ist, verkalkt, gleichsam, als wär's Eine Kraft, welche Muskelfasern erschüttert, und Metalle in ihre Elemente auflöst.

Und so hätten wir wirklich, was wir anfangs suchten, nemlich Bestätigung des Satzes, daſs auch in der anorgischen Natur, bey dem Uebergang einer Reihe mit einander in Verbindung gesetzter leitender Individuen gewisser Qualität zur Kette, — beym Uebergang der Linie in die Figur —, eine Wirkung eintrete, die fortdauere, so lange jene Bedingung fortdauert, und mit Aufhebung derselben ebenfalls aufhört; daſs diese Wirkung dieselben Gesetze befolgt, wie die, welche wir bisher Galvanismus nannten, und also, an

dieselben Bedingungen gebunden, denselben Gesetzen folgend, wohl in beyden Fällen Ein und Dasselbe sey, kurz, daſs der Galvanismus, was wir unter ihm verstanden haben, kein ausschlieſsliches Eigenthum der organischen Natur, daſs er auch in der anorgischen Natur gegenwärtig sey; und die Folge wird lehren, welche Menge chemischer Erscheinungen allein ihm ihre Existenz verdanken.

Aber noch mehr. Welche Kraft sich auch im Galvanismus breche, so lassen doch die Aehnlichkeit der Bedingungen, ihrer Leitung mit denen der Electricität, und daſs sie ebenfalls Isolatoren, und noch dazu, gerade die der Electricität auch zu den ihrigen hat, vermuthen, daſs, wenn es für die Electricität keine absoluten Isolatoren giebt, sondern diese meist nur als in immer engere Sphären eingeschränkte Leitungskräfte erscheinen, dasselbe der Fall auch beym Galvanismus sey; und wirklich sieht man bey hoher Erregbarkeit, z. B. einen Hauch auf einer Glastafel, in der Länge mehrerer Zolle leiten, indeſs bey niederer eine Linie desselben schon zur Isolation hinreicht, in beyden Fällen aber die durch die äusseren Bedingungen begründete, den Galvanismus ausmachende, Wirkung, von derselben Intensität ist. Aber kein Körper ist Leiter des Galvanismus, der nicht unter gewissen Umständen auch zu der Intensität seiner Wirksamkeit beytragen könnte; so wird Wasser, zwischen zwey homogene Metalle gefaſst, bloſs zu leiten scheinen, indeſs es zwischen zwey heterogenen die Wirkung der Kette fast ganz allein bestimmt. Warum also sollten nicht auch Isolatoren oder Halbleiter des Galvanismus noch dieses Vermögen, nur ebenfalls in einem, mit der verminderten Leitungs-

kraft gleichen Schritt gehenden, Verhältnifs der gröfseren Eingeschränktheit in engere Sphären, beybehalten; warum z. B. sollte ein Metall, was mit einem Isolator, und überdies noch mit einer leitenden Flüfsigkeit, in Berührung steht, nicht in der Nähe der Berührung, in einer mit der Entfernung von ihm abnehmenden Intensität eine ähnliche Wirkung veranlassen können, als wie bey der Zusammenkunft mit einem Leiter auf gröfsere Sphären? — Warum sollte dies nicht der Fall selbst bey zwey Isolatoren seyn, ja — wenn nicht etwa, wie es scheint, Wasser die ausschliefsliche Bedingung Galvanischer Wirksamkeit ist, warum nicht sogar bey Zusammenkunft zweyer Isolatoren und einer isolirenden Flüfsigkeit, oder zweyer flüfsigen und eines festen Isolators, wenn sie sich in dem letzten Falle kaum über den Punkt der Berührung hinaus erstreckte? — Beym Galvanisiren der thierischen Faser kommen wirklich Beyspiele genug vor, die Belege zu einigen dieser Fälle geben; aber deutlicher, als irgendwo, entscheidet hier abermals die demohngeachtet hierbey immer so hintenangesetzte anorgische Natur.

Wir haben vorhin gesehen, mit wie viel Wahrheit wir die Versuche des D. Ash auf Galvanismus deuten durften, ohngeachtet in ihnen die Bedingungen desselben, wie man sie gewöhnlich fordert, nicht eben so deutlich ausgedrückt waren. Aber, was ist für ein Unterschied in der Form des Versuchs, wenn ich, statt nassen Zink auf Zink zu legen, nasses Eisen auf Eisen, statt Silber auf nassen Zink zu legen, Schwefel auf Eisen lege? — Hat aber wohl etwas anderes Statt bey jener Mischung aus Schwefel und Eisen mit Wasser, die so mächtig auf Oxydation des letztern, und Zersetzung des Wassers dadurch, hinwirkt, dafs

wir seit Lemery sogar Vulkane mit derselben nachahmen? — Das nemliche hat Statt bey den bekannten Versuchen der Niederländer über Entzündung verschiedener Gemische von Metall und Schwefel durch bloſse Erhitzung, die sehr wahrscheinlich bloſs durch Zersetzung des wenigen in dem Schwefel enthaltenen Wassers bewirkt wird; — oder bey der Bereitung des Quecksilbermohrs, und so vieler andern chemischen oder pharmaceutischen Präparate; — und welcher Umstand endlich mag so manche Selbstentzündung begleiten! — Schon seit Beccher und Stahl weiſs man, wie sehr ein Zusatz von bereits entstandenem Quecksilberkalk zu metallischem Quecksilber die Verkalkung des letzteren befördert, und van Mons fand diese Beobachtung in neueren Zeiten bestätiget. So verkalkt sich auch Eisen in Berührung mit Eisenkalk schneller, als ohne diese; eine Beobachtung, auf welche man sogar Methoden, den Eisenmohr in kurzer Zeit zu verfertigen, gegründet hat; und die Erhöhung der Verkalkbarkeit der Metalle, wenn sie mit ihrem Kalk, oder mit dem eines andern, selbst einem solchen, der ihnen keinen Sauerstoff abzugeben im Stande ist, in Berührung sind, während zugleich Feuchtigkeit, oder statt ihrer eine hohe Temperatur, und die, ja nie gänzlich von Feuchtigkeit freye, Luft gegenwärtig ist, scheint ziemlich als allgemeines Gesetz für sie zu gelten. Gold und Silber, ja nicht einmal Platina, machen hiervon Ausnahmen, und die seit Basilius Valentinus bekannte Methode, edle Metalle durch Zusatz anderer, beträchtlich oxydirbarer, wie Zinn, u. s. w., zu oxydiren, reducirt sich gänzlich darauf, daſs die Berührung jener Metalle mit diesen, zuerst die Verkalkung dieser aus denselben

Ursachen bewirkt, aus welchen nachher der entstandene Kalk des oxydirbareren Metalls, Oxygenibilität vermehrend auf das edle Metall wirkt. So sah auch Gödeking bey der Wiederholung der Ash'schen Versuche mit von Humboldt, eine Lage Silberkalk da entstehen, wo der Zinkkalk das Wasser und das Silber zugleich berührte; und wer weiſs es nicht, daſs bey der Abtreibung des Goldes und Silbers mit Bley, der entstandene Bleykalk jedesmal einen kleinen Antheil verkalktes Gold oder Silber mit sich in die Kapelle nimmt? — Noch habe ich absichtlich über die Modification der Oxydirbarkeit der Metalle durch Berührung von electrischen und Galvanischen Nichtleitern einige Versuche angestellt, und wirklich war ihr Erfolg von der Art, daſs man allerdings einen beträchtlichen Einfluſs, der eine weitere Untersuchung verdient, bemerken konnte. — Wenn man auf Zinnfolie oder Stanniol einige Tropfen Wasser setzt, so wird man nach mehreren Stunden, deutlicher aber nach halben Tagen, den Stanniol weiſslich angelaufen, auch wohl selbst etwas Zinnkalk entstanden, finden. Ich setzte auf vier gleiche Stücken Stanniol, auf jedes gleichviel Wasser, brachte in das Wasser des einen eine Platte Schwefel, in das des andern eine gleich groſse Platte Siegellack, in das des dritten ein eben so groſses Stück Glas, das Wasser des vierten Stückes lieſs ich leer. Nach zwölf Stunden war in allen das Wasser verdampft, und auf allen fand man Spuren von Verkalkung, merkwürdig aber war es, daſs sie gröſser waren, wo das Glas, minder beträchtlich, wo das Siegellack, noch schwächer, wo das bloſse Wasser, und am schwächsten, wo der Schwefel, gelegen hatte. —

Zwar wird mich der Galvanismus im Pflan-

zenreiche zu seiner Zeit noch besonders beschäftigen; Ein Factum aus der Pflanzenphysiologie indefs erlauben Sie mir schon jetzt anzuführen, um mich desselben theils als Beleg zum Galvanismus unter Isolatoren zu bedienen, theils aber, um im Voraus die grofse Rolle ahnen zu lassen, welche er auch in diesem Staat der Natur, der Pflanzenrepublik, spielt. Es ist ein Resultat aller bisherigen Beobachtungen, dafs, durch Berührung zweyer oxydirbarer Körper, allemal der oxydirbarere in seiner Oxydirbarkeit erhöht wird, dafs also der minder oxydirbare die Oxydirung des stärker oxydirbaren beschleuniget. Aber von beyden Körpern erhält im electrischen Conflict der erstere minder oxydirbare die minus-, der andere die plus-Electricität. Eben so wird von zwey andern Körpern der oxydirte minus-, wenn der oxydirbare plus-electrisch wird. Beobachtungen aber lehren, dafs auch der oxydirte Körper im letztern Falle, die Rolle des minder oxydirbaren in dem erstern übernehmen könne, d. h., dafs er, der oxydirte, die Oxydation des oxydirbaren eben so beschleunige, als wenn dieser mit einem minder oxydirbaren in Berührung wäre. Nun weifs man ferner, dafs Oxydation die Hauptfunction des keimenden Saamenkorns, so wie jedes unterhalb der Erde begriffenen Theils eines Gewächses ist, und dafs Leben, Gesundheit und Wachsthum der Pflanzen, in dem Maafse zunehmen, als man die Verrichtung dieser Function befördert. Das Saamenkorn, und die Bestandtheile der Wurzeln der Pflanzen in den folgenden Zeiten, sind ausgemacht oxydirbarer Natur, und ein minder oxydirbarer oder ein bereits oxydirter Körper, würde den Gesetzen des Galvanismus zu Folge, diese Oxydation beschleunigen, ohne dafs es nöthig wäre,

dafs er selbst seinen Sauerstoff abgäbe, indem der zu oxydirende Theil ihn vielleicht weit leichter aus der umgebenden Atmosphäre, dem Wasser, u. s. w., nehmen könnte. Wirft man aber einen allgemeinen Blick auf alle der Vegetation günstigen Körper, so wird man davon überrascht, wie alle diese Körper minus-electrischer Natur sind, das ist, wie sie, mit verbrennlichen Körpern durch Berührung oder Reiben in Verbindung gesetzt, minus-Electricität bekommen; (— und die Natur ist in diesem Gesetze der Coexistenz so consequent, dafs sie sich nicht scheut, dem Schwefel mitten unter den Metallkalken und Säuren seinen Platz anzuweisen). — Nun sind aber, — den Gesetzen des Galvanismus zu Folge, eben dieses die Bedingungen zur Beförderung der Oxydation der oxydirbaren Pflanzenfaser, und damit des Gedeihens und Wachsthums der Pflanzen, mit ihnen stellt sich das Product ebenfalls ein, und wer zweifelt noch, dafs auch hier der Galvanismus, dafs sogar ein zum Theil durch Isolatoren bestimmter Galvanismus, die Triebfeder dieser Processe sey? — Wem ist es noch dunkel, warum die Pflanze so unmittelbar an die, schon durch von Hales, neuerdings aber durch von Humboldt, als die allgemeinen Condensatoren des Sauerstoffes auf unserm Planeten, erwiesenen Erden geheftet, warum alles, was ihn enthält, oder seine Funktion übernimmt, gleichsam der Gott der Pflanzen wird? —

Aber was hindert uns endlich, da noch dazu der Galvanismus im Thierreiche längst erwiesen ist, alles jenes auch auf dieses anzuwenden? — Der Gegenstand ist von zu grofser Breite, als dafs ich, ihn nur

einigermaſsen in der Kürze abzuhandeln, im Stande wäre; aber mehr als wahrscheinlich muſs es uns schon jetzt seyn, daſs seine Funktion noch etwas gröſser sey, als die, den Lebensproceſs bloſs zu begleiten. — Nur strenger Beweis soll einst zu der Annahme des Satzes bewegen können, daſs er das Principium regens aller Mischungsveränderung im Körper sey; daſs er es sey, mit dessen Hülfe die Natur Verbindungen schafft, für welche die Kunst, selbst nur Symbole zu finden, oft schon zu ohnmächtig ist; daſs ihm diese Rolle nicht bloſs im Thierreiche zukomme; daſs er sie in den Pflanzen, ja selbst in der anorgischen Natur, auf dieselbe Art spiele; — und noch mehr würde ich hinzufügen, müſste ich nicht fürchten, durch Häufung allzugroſser Paradoxieen, selbst den Glauben an das bereits Erwiesene zu schwächen.

Und welches ist denn endlich die gemeinsame Bedingung jedes Verbrennungsprocesses auf Erden? — Eine Engländerin hat uns erst vor Kurzem wieder daran erinnern müssen, was wir seit Thales von Baco, Mayow, Priestley, Bergman, und Andern, längst hätten wissen können: daſs Gegenwart des Wassers die erste Bedingung desselben sey; — sie aber auch ist die erste des Galvanismus. Mit dem oxydirbaren und dem oxydirenden Körper sind also in jedem dieser Processe drey Glieder vorhanden; es ist erwiesen, daſs mit ihnen Thätigkeit von der Art, wie sie unter dem Namen Galvanismus verstanden wird, beginnt, und der Einfluſs dieser Thätigkeit auf Qualitätsänderung ist eben so ausgemacht. — So werden Vulkane entzündet, und Berge erschüttert, die athmende Brust wird gehoben, der Embryo des Thieres

wie der Pflanze ins Leben gerufen — durch Eine Kraft! —

Und wenn sie das alles thut, wahrlich, dann thut sie noch mehr, — zu viel, als daſs ich jetzt noch im Stande wäre, ein wenigstens nicht ganz entstelltes Gemälde ihrer Thaten zu entwerfen. — Alle Kraft ist uns doch zuletzt nichts, als ein mit gewissen Bedingungen gegebener Bestimmungsgrund zu etwas, und so wird auch eine nähere Beleuchtung der Bedingungen der Wirksamkeit des Galvanismus, vielleicht das Wesen derselben so weit enträthseln, als uns überhaupt unter dem Begriff des letztern zu verstehen erlaubt ist. Die Resultate dieser Untersuchung werden immer noch Bruchstück seyn, aber — selbst Bruchstück aus der unendlichen Natur — wird auch diese von uns nicht mehr verlangen, als einzelne Materialien zu dem groſsen Gebäude der Wissenschaft, dessen Band ewig ist, wie die Natur. —

Anmerkung. Nach vorstehender Abhandlung, zwischen ihr und No. IX., gab ich heraus: Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus, und der Resultate seiner Untersuchung. Ersten Bandes Erstes und Zweytes Stück. Mit drey Kupfertafeln. Jena, bey Fr. Frommann, 1800 (eigentlich 1799, Michaelmesse) 8. 284 S. Sie enthielten: I. Bericht an die Klasse der mathematischen und physikalischen Wissenschaften des National-Instituts über die ersten Versuche, welche die für die Untersuchung und Festsetzung der Erscheinungen des Galvanismus ernannte

Commission im Floreal und Prairial des Jahres 5 angestellt hat. S. 1—110. II. Beweis, daſs die Galvanische Action auch in der Anorgischen Natur möglich und wirklich sey; vom Herausgeber. S. 111—284.— Der erste war eine Uebersetzung des *Compte rendu à la classe des sciences mathématiques et physiques de l' Institut National, des premières expériences faites en floréal et prairial de l'an 5, par la commission nommée pour examiner et vérifier les phénomènes du Galvanisme. (Par* Hallé. *An VI.)* 107 S. in 4. Der zweyte ist die so eben unter No. VIII. gestandene Abhandlung, in mehreren ihrer Theile weiter ausgeführt, und überhaupt ganz umgearbeitet. Warum ich diese erste frühere hier demohngeachtet noch habe abdrucken lassen, wird die Vergleichung derselben mit der späteren in den Beyträgen, leicht ausweisen.

R.

IX.

Einige Bemerkungen über die Cohäsion, und über den Zusammenhang derselben mit dem Magnetismus; — in Gilbert's Annalen der Physik. B. IV. S. 1 — 33.

Inhalt.

I. Sickingen's Versuche — Bestätigung derselben durch die älteren von De Lanis — Die Menge der zur Aufhebung der Cohäsion eines Metalls erforderlichen Wärme ist das Maafs dieser Cohäsion — Nähere Bestimmung dieses Maafses, als des Products aus der Entfernung des Körpers von seinem Schmelzpunkt multuplicirt mit seiner Wärmecapacität — Zu dem noch die bey dem Schmelzen selbst auf Capacitätsvermehrung verloren gehende Wärme gerechnet werden mufs — Gesetz für die Gröfse dieser Wärme — Gesetz für die Capacitätsvermehrung durch sie — Von der Cohäsion der Metallgemische und der unmetallischen Körper — II. Das Eisen, als cohärentestes der untersuchten Metalle, ist auch am meisten des Magnetismus fähig — Auch die andern zwey bestimmt magnetischen Metalle haben eine der des Ei-

sens gleich oder nahe kommende Cohäsion: Nickel — Kobalt — Umgekehrt ist jedes in solchem Grade cohärente Metall auf Magneteität verdächtig. Beyspiele: Magnesium — Uranium — Chromium — Was schon jetzt für ihren Magnetismus spreche — (Frage: ob nicht auch Oxyde Metallrang bekleiden können — Beyspiele an der Kohle und am krystallisirten Magnesiumoxyd.)

I.

Über die Cohäsion der Metalle.

Unter allen bisherigen Versuchen über die Cohäsion
2] der Metalle sind unstreitig keine mit so viel Genauigkeit angestellt worden, keine also in ihren Resultaten so zuverlässig, als die, welche der Graf von
3] Sickingen in seinen Versuchen über die Platina *) beschrieben hat. Die Dräthe, welche er

3] *) Mannheim, 1782. 8. S. 114. u. f. — Die zum Theil beträchtliche Abweichung der Resultate der Sickingen'schen Versuche von denen, welche Petr. van Musschenbroek (*Introduct. ad cohaerentiam corporum firmorum*, in seinen *Dissert. phys. et geometr. Lugd. Bat MDCCXXVII.* 4. *p.* 421. *etc.*; und *De cohaerentia et firmitate* in seiner *Introductio ad philosophiam naturalem, Vol. I. Lugd. Bat.*
4] *MDCCLXII.* 4 *p.* 390. *etc.*) angestellt, die man vor Sickingen für die richtigsten gehalten hat, ist zu bekannt, als daſs sie hier einer weitläuftigen Auseinandersetzung bedurfte. Um die Gründe derselben gröſstentheils einzusehen, darf man nur die ganze Abhandlung Musschenbroek's mit der Sickingen'schen

dazu anwandte, hatten gleiche Länge und Dicke. [4
Mit jeder Art Drath wurden mehrere Versuche angestellt, und aus den jedesmaligen zum Zerreissen derselben nöthigen Gewichten die mittlere Zahl genommen. Diese mittleren Festigkeiten standen bey [5
den fünf von Sickingen angewandten Metallen in folgendem Verhältniſs zu einander:

Gold	—	—	150955
Silber	—	—	190771

genau zusammenhalten. — Es sind indessen wirklich Versuche vorhanden, deren Resultate mit den Sickingen'schen durchaus übereinkommen. Musschenbroek nemlich führt aus P. Francisci Tertii de Lanis *Magisterio Naturae et Artis, T. II.* (*Brixiae*, 1686. *Fol.*) *Lib. XI. Cap.* 1. §. 22., folgende Stelle an: „*Nexus partium in metallis omnium robustissimus et qui maxime resistit fractioni, videtur esse in Chalybe, tum in Ferro, deinde vero in Aere, posthaec in Argento, ac deinde in Auro, demum in Stanno et Plumbo; nimirum si sumas singula fila cylindrica ex singulis metallis, inter se omnino aequalia secundum crassitiem, atque illis appendas diversa pondera, donec frangantur, filum chalybeum majus pondus sustinebit, ac caetera deinceps eo ordine, quem dicebamus.*" Nach der so schönen Bestätigung, die diese Angabe durch den Graf von Sickingen erhalten hat, möchte also Musschenbroek's Urtheil über jene Versuche wohl etwas zu hart seyn, wenn er bey ihrer Erwähnung (*Dissert. etc. p.* 506.) sagt: „*Quicunque descripta a nobis Experimenta comparet cum iis, quae adfert* de Lanis *in Magisterio etc., facile perspiciet, hunc Autorem Experi-*
5] *menta spectantia corporum Cohaerentiam tantum ex suo cerebello extrusisse, tentasse vero nihil.*"

Platina	—	—	262361
Kupfer	—	—	304696
Eisen	wenig sprödes	—	362927
	sehr sprödes	—	559880

— oder, wenn man bey der Platina die neuere Angabe Guyton's *) als die richtigere annimmt, und bey dem Eisen, wie Guyton bey der Platina, die höhere Angabe der niedern vorzieht:

6]	Gold	—	—	150955
	Silber	—	—	190771
	Platina	—	—	279642
	Kupfer	—	—	304696
	Eisen	—	—	559880

Die specifische Gewichte dieser Metalle bilden folgende Reihe: Platina > Gold > Silber > Kupfer > Eisen.

*) *Annales de Chemie*, T. XX. p. 9. Vergl. Gilbert's Annalen der Physik, B. I. S. 371. und Scherer's allgemeines Journal der Chemie, B. I. S. 676. — Eigentlich ist der Unterschied der Guyton'schen Angabe von der des Gr. von Sickingen bey weitem nicht so groſs, als es scheint. Sickingen zog sein Mittel aus 7 Resultaten, unter denen das eine beynahe nur die Hälfte von jedem der andern, die sich fast sämmtlich glichen, war. Zieht man bloſs aus den 6 gleichförmigern gröſseren das wahrscheinlichere Mittel, so erhält man 278773, eine Zahl, die nur um 869 kleiner, als die Guyton'sche, ist, ihr aber so gut wie ganz gleich kömmt, wenn man darauf achtet, daſs jene Zahl das Mittel von 6 Resultaten ist, deren 3 gröſser, und eben so viel kleiner sind, als das Guyton'sche Mittel. (Vergl. V. S. a. a. O. S. 116.) Ein abermaliger Beweis der groſsen Genauigkeit der Versuche des Grafen.

Aus der Auflösung in Säuren werden diese Metalle, die vorstehenden durch das nachfolgende, in folgender Ordnung *) im regulinischen Zustande niedergeschlagen: Platina, Gold, Silber, Kupfer, Eisen.

Keine dieser Reihen ist die gerade oder umgekehrte von der Folge ihrer Cohäsionen, mit keiner jener Eigenschaften steht also die Cohäsion der Metalle im geraden oder umgekehrten Verhältnisse.

Bekanntlich nimmt die Cohäsion dieser Körper zu, wenn man sie erkältet **), und ab, wenn man sie erwärmt. Bey hinlänglichen Graden der Wärme hören [7
sie gar auf, feste Körper zu seyn; sie schmelzen; ihre Cohäsion ist vernichtet. Das könnte wohl die Frage veranlassen, ob vielleicht die Menge der Wärme, welche erfordert wird, ein Metall in den flüſsigen Zustand zu versetzen, das wahre Maaſs der Cohäsion jener Körper sey.

Die Cohäsionen zweyer Metalle verhalten sich also bey einer gegebenen Temperatur vielleicht zu einander, wie die Producte aus den Zahlen der Wärmegrade, die zwischen dieser Temperatur und dem Schmelzgrade des Metalls enthalten sind, und den Wärmecapacitäten dieser Metalle; denn dies wird der eigentliche Ausdruck für die bis zur völligen Aufhebung des festen Zustandes diesen Metallen zuströmenden Quantitäten Wärme seyn.

6] *) Daſs diese Reihe sehr gerechte Ansprüche auf Würdigung bey Aufsuchung allgemeiner Coexistenzen hat, wird sich künftig sehr deutlich zeigen.

**) So fand Van Mons bey — 52° bis 53° R. Gold und Silber brüchig. S. Gilbert's Annalen der Physik. B. II. S. 366.

Blofs von Gold, Silber, Kupfer und Eisen, kennt man die Wärmecapacitäten, wie die Schmelzgrade. Die erstern hat WILKE *) für alle, und CRAWFORD **) für die beyden letzten bestimmt. Für die Genauigkeit der Angaben des ersten spricht die Uebereinstimmung derselben beym Kupfer und Eisen mit den hier anzuwendenden Angaben CRAWFORD's.
8] Die Schmelzgrade dieser Metalle hat bis jetzt blofs WEDGWOOD ***) mit so viel Genauigkeit, als sein Pyrometer erlaubt, bestimmt.

Die Wärmecapacitäten und Schmelzgrade dieser Metalle sind folgende:

Wärmecapacität:		Schmelzgrad:
Gold	0,0500;	32° Wedg. = 5237° Fahr.
Silber	0,0820;	28° Wedg. = 4717° Fahr.
Kupfer	0,1110;	27° Wedg. = 4587° Fahr.
Eisen	0,1269;	130° Wedg. = 17977° Fahr.

Zieht man von jedem der letzteren 32° Fahr. ab †), und multuplicirt den Rest mit der Wärmecapacität des-

7] *) S. *Kongl. Svensk. Vet. Acqd. nya Handl. T. II. För Ar* 1781. *Q.* 1. *Nr.* 7. und CRELL's neueste Entdeckungen B. X. (Leipzig, 1783. 8.) S. 190.

**) S. dessen Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere. Zweyte Ausgabe. (Leipzig, 1789. 8.) S. 223.

8] ***) S. *Philos. Transact. Vol. LXXII. P. II. for* 1782, und VON CRELL's chemische Annalen. 1798. B. I. S. 182.

†) Die Reihe der Wärmecapacitäten fällt zwar bey diesen vier Metallen mit der der Cohäsionen zusammen, keineswe-

selben Metalls, so bekommt man für eine Temperatur von 32° Fahr. oder 0° Reaum. folgende Zahlen:

Gold	—	—	260,25
Silber	—	—	384,17
Kupfer	—	—	505,605
Eisen	—	—	2277,22

9] Vergleicht man aber diese Zahlen mit den oben angegebenen Verhältnissen der Cohäsion, so findet man zwischen beyden eine schöne Uebereinstimmung. Beyde Reihen steigen und fallen mit einander ohne Unterbrechung. Der groſse Sprung vom Kupfer zum Eisen, den man dort bemerkte, findet sich auch hier, nur daſs die dem letzteren hier entsprechende Zahl mehr denn das Vierfache von der dem ersteren zugehörigen ist, indeſs sie dort kaum das Zweyfache ausmacht. Wer wollte aber auch mehr Uebereinstimmung fordern von einem Instrument, von dessen Sprache man kaum etwas mehr als Ja und Nein versteht, d. i., was bloſs das Mehr oder Weniger mit Zuverläſsigkeit ansagen kann, da man den Gang der Volumensverminderung des Thons, die das *A B C* jener Sprache ist, noch so wenig kennt!

Wir können also unsere Vermuthung wirklich für bestätigt halten, und — vor der Hand nur für diese

ges aber durch die Reihe der sämmtlichen Metalle hindurch, selbst nicht den allgemeinsten Verhältnissen nach. Darum war sie allein hier ohne Bedeutung. Die Folge wird noch andere Gründe aufweisen, warum sie auf eine Coexistenz mit den Cohäsionen allein keine Ansprüche haben kann.

vier Metalle — als bewiesen annehmen, dafs die Cohäsionen mehrerer Metalle bey einer gegebenen Temperatur sich zu einander verhalten, wie die Producte ihrer Wärmecapacitäten und ihrer Entfernungen von ihren Schmelzgraden, (in Graden eines und desselben Thermometers ausgedrückt.)

10] Es mufs der Zukunft überlassen bleiben, zu entscheiden, ob dieses Gesetz von allen Metallen gelte. Das ist indefs schon wahrscheinlich; denn welcher Zufall gehörte dazu, dafs gerade nur die vier Metalle, die ihrer Cohäsion nach so genau bestimmt waren, allein ihm folgen sollten? — Ohngeachtet Musschenbroek's Erfahrungen über den Grad der Cohäsion der andern von ihm untersuchten Metalle, nemlich des Zinnes, Wismuths, Zinks, Spiefsglanzes und Bleyes, eben so mangelhaft seyn mögen, als die von ihm über Gold, Silber, Kupfer und Eisen gemachten: so lehrt doch schon die alltägliche Erfahrung, dafs sie alle weit geringer cohäriren müssen, als jene. Aber es geben auch wirklich ihre Wärmecapacitäten, mit den Entfernungen von ihren Schmelzgraden multuplicirt, weit geringere Producte, als bey diesen, und selbst innerhalb den Musschenbroek'schen Angaben entsprechen die über den Zink, den Spiefsglanz und das Bley, schon ganz der Voraussetzung, indem er die Cohäsion des Zinks gröfser, als die des Spiefsglanzes, und die des Spiefsglanzes gröfser, als die des Bleyes fand, wie es ebenfalls der Berechnung nach seyn soll. Es steht uns also fast nichts im Wege, jenes Gesetz für allgemein gültig, und durch die Erfahrung vollkommen bestätigt, anzunehmen.

Nennt man die Wärmecapacität eines Metalles C, seine Entfernung vom Schmelzgrade N, seine Cohäsion aber X, so hat man mit $CN = X$, was wir eben ge- [11
funden haben, auch die Formeln $\frac{X}{C} = N$ und $\frac{X}{N} = C$, deren Anwendung sehr nützlich seyn kann. So ist uns z. B. von der Platina bis jetzt bloſs der Grad der Cohäsion genau bekannt, der ohngefähr die Hälfte von dem des Eisens beträgt. Hätte sie also mit diesem gleichen Schmelzgrad, so würde ihre Capacität für Wärme dem Gesetz nach halb so groſs, als die des Eisens, d. i. ohngefähr = 0,0635 seyn. Ihr Schmelzgrad aber liegt ausgemacht noch um ein Beträchtliches höher, als der des Eisens; ihre Capacität muſs also auch noch geringer seyn, als die angegebene, d. i. wenigstens so klein, wie die für das Gold gefundene (= 0,05), wenn nicht noch kleiner, seyn *). Die Folge muſs lehren, ob wir uns geirrt haben; indeſs ist zu wünschen, daſs man nur genaue Beobachtungen, und wo möglich von einem und demselben Experimentator über mehrere andere und vorzüglich das Gold zugleich gemacht, hierüber entscheiden lasse.

Wenn man durch Versuche die genannten Factoren der Cohäsion der Metalle überall genau bestimmt haben wird, dann wird es Zeit seyn, noch einen [12

11] *) Wirklich ist dies auch andern geprüften Analogieen nach, auf die ich mich in der Folge öfter berufen werde, die sich aber erst in einer künftig zu liefernden Abhandlung genauer aus einander setzen lassen, höchst wahrscheinlich.

andern Umstand in Rechnung zu ziehen, der sich bey den grofsen Producten der berechneten vier Metalle gänzlich verliert, bey kleineren aber, z. B. bey einer Berechnung über die Cohäsion des fest gewordenen, wenige Grade unter seinem Null erkalteten Quecksilbers, u. dergl., allerdings erheblich genug wird, um gehörige Rücksicht zu verdienen. Während ein Metall schmelzt, hat in dem Augenblick, wo ein Theil desselben bereits flüfsig, der andere aber noch fest ist, das Ganze eine gemeinschaftliche Temperatur, gerade so, wie Wasser so lange auf 32° Fahr. stehen bleibt, als sich noch festes Eis in ihm befindet. Jenes noch nicht geschmolzene Metall aber besitzt, eben weil es noch nicht geschmolzen ist, noch einen endlichen Grad von Cohäsion. Dieser aber kann, da kein Unterschied der Temperatur vorhanden ist, auch nicht durch sie bestimmt werden, und mufs folglich bey jeder Bestimmung der Cohärenz aus $X = C\,N$ fehlen. Man kann diesen Mangel durch nichts ersetzen, als dadurch, dafs man zu jenem N noch die Anzahl Grade von Wärme rechnet, die auf den Uebergang des festen Metalls in den flüfsigen Zustand verwandt werden; denn dieser Uebergang ist selbst nichts, als die Aufhebung der letzten Reste von Cohäsion. Wie soll man aber dieses n, wie wir es nennen wollen, für jeden einzelnen Fall ohne weitläuftige Versuche finden? —

Auch hier kommt uns die Erfahrung hülfreich entgegen. Bekanntlich verschluckt eine Masse Eis von [13 32° Fahr., indem sie zu Wasser von 32° Fahr. wird, so viel Wärme, als nöthig wäre, die nemliche Menge Wasser um 140° Fahr. zu erheben. Neuerlich haben die Bürger Hassenfratz, Welter, Bonjour und

HACHETTE*) gefunden, daſs das Quecksilber, beym Uebergang aus dem festen Zustande in den flüſsigen, ebenfalls so viel Wärme absorbirt, als erfordert wird, das nemliche Quecksilber um eine fast gleiche Anzahl Grade zu erheben. Begegnen sich aber zwey übrigens so ganz von einander verschiedene Substanzen auf gleichen Wegen: sollte das nicht auch bey mehreren, vielleicht bey allen Körpern, derselbe Fall seyn können? — Sollte es wohl ein allen gemeinschaftliches Gesetz seyn, daſs jeder feste Körper, beym Uebergang in eine Flüſsigkeit von gleicher Temperatur, so viel Wärme absorbire, als erforderlich ist, diese Flüſsigkeit um 140° Fahr. zu erheben? —

Angenommen, daſs dies seine Richtigkeit hat, so hätte man bloſs die Wärmecapacität des Körpers im flüſsigen Zustande ($= c$), dessen Cohäsion im festen Zustande man so eben berechnet, mit diesen 140° Fahr. zu multupliciren, und das Product c 140° Fahr. zu dem aus N und C zu addiren, und erst diese Summe würde es eigentlich seyn, die sich bey den Metallen verhielte, wie ihre Cohäsion. Aber die Wärmecapacität [14 eines Körpers im flüſsigen Zustande ist verschieden von der desselben im festen Zustande, die wir vorhin anzuwenden hätten. Die erste ist allemal gröſser, als die letztere; nur würde hiermit, da man von so manchen Körpern ihre Capacität im flüſsigen Zustande nie unmittelbar erfahren wird, eine neue Schwierigkeit ein-

13] *) S. *Journal polytechnique*. T. I. Cah. 1, p. 127. 128. Vergl. GILBERT's Annalen der Physik B. I. S. 499. 500. SCHERER's allgem. Journ. der Chemie. B. III. S. 67. 68.

treten, wenn nicht der hierdurch in die Rechnung kommende Fehler der kleinste von allen, der in sie kommen kann, wäre. Auch dieser würde sich indeſs bald heben lassen, sobald das vorige Gesetz ausgemacht wahr ist. Nach demselben verhält sich die zur Schmelzung erforderliche Menge Wärme genau wie die Wärmecapacität dieser Körper. Ist aber das Maaſs der hierbey absorbirten Wärme das Maaſs der Capacitätserhöhung, wie sie es ist, so müssen sich auch diese Erhöhungen verhalten, wie die vorher vorhandenen Capacitäten; und steht diese Erhöhung bey dem einen Körper zu der Capacität desselben im festen Zustande in einem gewissen Verhältnisse, so wird sie genau in dem nemlichen Verhältnisse auch bey allen übrigen Körpern, die jenes Gesetz unter sich theilen, dazu stehen müssen. Nun macht aber das, um was die Capacität des Wassers, (geradè des Körpers, der auch jenes Gesetz mit begründen half,) höher als die des Eises ist, nach Kirwan ein Neuntheil (1,000 — 0,900) von der Capacität, die es vor dem Schmelzen hatte, aus; es würde also gewiſs seyn, daſs bey allen Körpern die Wärmecapacität derselben im festen
15] Zustande zu der im flüſsigen sich verhalte, wie 10 : 9. Hieraus lieſse sich dann X richtiger $= C\left(N + \frac{10.\ 140^\circ \text{ Fahr.}}{9}\right) = C\ (N + 155{,}5^\circ$ Fahr.) bestimmen. — Von eben so geringer Bedeutung würde es seyn, wenn sich, was, anderen Analogieen nach, wirklich nicht ganz unwahrscheinlich ist, selbst während des festen Zustandes des Körpers, mit seiner Temperatur auch die Capacität desselben für Wärme etwas änderte, da ähnlichen Analogieen zu Folge diese Änderungen nicht sehr bedeutend seyn können.

Wir haben im Vorigen bloſs von der Cohäsion der Metalle gesprochen. Sollte aber nicht auch bey Metallmischungen (*Alliages*,) die nur ein wirklich homogenes Continuum bilden, das ähnliche Gesetz Statt haben? — Ja, sollte es nicht ein allgemeines Gesetz aller festen Körper seyn? — Wir haben aber dieses Gesetz vor der Hand bloſs aus Erfahrungen an reinen Metallen gefolgert, und so mag es auch nur für diese vorjetzt von Gültigkeit seyn. Ich darf indeſs hoffen, bald etwas Bestimmtes auch über die Cohäsion der Metallmischungen und der unmetallischen Körper sagen zu können.

2.

Einiges über den Zusammenhang der Cohäsion der Metalle mit dem Magnetismus.

Unter den zeither in Rücksicht ihrer Cohäsion genauer bestimmten Metallen, (Eisen, Kupfer, Platina, Silber, Gold, Zink, Spieſsglanz, Wismuth, [16
Zinn und Bley,) besitzt das Eisen die gröſste von allen. Aber merkwürdig: Eben dieses Metall ist auch unter ihnen allen das einzige, was so tief in die Sphäre des Magnetismus eingreift, daſs wir überhaupt von ihm sagen können, es sey magnetisch. Es wird vom Magnet gezogen, und kann selbst zum Magnet werden. Eine so schöne Uebereinstimmung ist wohl einer weiteren Verfolgung werth.

Auch der Nickel ist magnetisch. Vortreffliche Beobachtungen über ihn in dieser Hinsicht findet man vorzüglich bey Bergman. Er fand nicht nur, was

erst neuerdings Klaproth *) wieder bestätigt hat, daſs auch der möglichst rein darstellbare Nickelkönig vom Magnet gezogen werde **), sondern, daſs er sogar, und zwar noch dazu, was von der sehr groſsen Magnetibilität dieses Metalls zeugt, ohne Beyhülfe eines anderen Magnets, selbst zum Magnet werden könne ***).

16] *) S. dessen Beyträge zur chemischen Kenntniſs der Mineralkörper. B. II. (Posen u. Berlin, 1797. 8.) S. 142. 146.

**) S. T. Bergman Opuscula physica et chemica. Vol. II. (Upsal. 1780. 8.) De Niccolo, §. 4. p. 240.

***) S. d. a. O. §. 5. p. 242. „*Regulus — — — magneti pertinaciter adhaerebat, sed etiam cuilibet ferro, immo frustula se invicem attrahebant, etc.*" Vergl. *Vol. III.*
17] (*Upsal.* 1783.) *De Analysi Ferri* §. 9. *p.* 102. „*Quod ferrum magnetis imperio sit subjectum, ab antiquissimis temporibus innotuit. Num autem inter metalla solum praestet obsequium, dubitari posset. Niccolum hactenus tali obedientia non potuit penitus spoliari; immo maxime depuratum* (das specifische Gewicht des reinsten, welchen Bergman erhielt, war 9, 605. S. *Vol. IV. p.* 383.) *magneticam exercet virtutem, adeo ut reguli dimidium alterum attrahat.*" Ferner *Vol. IV. Edit.* Hebenstreit. (*Lipsiae*, 1787.) *De Cobalto, Niccolo, Platina et Magnesio, etc.* §. 6. *p.* 382., und Swen Rinmann's Versuch einer Geschichte des Eisens, a. d. Schwed. übers. v. Georgi. B. II. (Leipzig, 1785. 8.) S. 21. 22. — Die zuletzt angegebene Stelle Bergman's kann zugleich zeigen, welches Miſstrauen er selbst in seine sonst überall geäuſserte Behauptung eines noch vorhandenen Eisengehaltes dieser und anderer anziehbarer Metalle, ob er ihn gleich durch nichts, als

Wirklich aber sind bey dem Nickel die beyden [17
Factoren, deren Product bey den Metallen der Cohäsion parallel geht, von der Art, daſs sie allerdings [18
ein sehr groſses Product, und mit ihm eine sehr groſse Cohäsion geben. Der reinste Nickel erfordert einen fast eben so hohen Grad der Hitze zum Schmelzen, als das Schmiedeeisen*), und andere durch ihre häufige Fruchtbarkeit in andern Fällen sehr bestätigte Analogieen versprechen ihm eine beträchtliche, der des Eisens sich nähernde, Capacität für Wärme. Kaum

durch eben diese noch fortdauernde Anziehung vom Magnet, zu erweisen im Stande war, setzte; ein Miſstrauen, was auch R i n m a n n (a. a. O. S. 27.) äuſsert, ohngeachtet er sonst überall, ganz wie B e r g m a n, aus der Anziehung durch den Magnet beständig auf Gegenwart von Eisen schlieſst. — Daſs L e b l a n c's von D a r c e t erhaltener eisenfreyer Nickelkönig (s. *Annales de Chimie T. XXXI, p.* 273.) nicht vom Magnet gezogen wurde, darf nicht befremden, wenn man (*p.* 275. *etc.*) findet, daſs derselbe noch eine beträchtliche Menge Arsenik enthielt, von dem es bekannt genug ist, daſs er auch bey den übrigen anziehbaren Metallen diese Eigen- [18
schaft störe, ja sie gänzlich aufhebe. Das Wie dieser Aufhebung wird im Verfolg dieser Abhandlung deutlicher werden, so wie sich auch ergeben wird, daſs, wenn selbst L e b l a n c's angebliche Zerlegung des Nickelmetalls sich bestätigen sollte, unsere Untersuchungen dadurch nicht den mindesten Eintrag leiden.

*) „*Quo purius, eo funditur difficilius niccolum, adeo ut purissimus, quem obtinuimus, regulus eumdem ferme caloris gradum requirat, ac ferrum cusum.*" B e r g m a n *l. c. Vol. II., De Niccolo.* §. 14. *p.* 269. *Vergl.* §. 4. *p.* 240.

aber bedarf auch das, was hieraus folgt, erst durch genauere Versuche bestätigt zu werden, da seine bekannte sehr groſse Härte und Zähigkeit einen nicht minder hohen Grad von Cohäsion seiner Theile anzeigen.

Der Kobalt endlich gehorcht, wie wir seit längerer Zeit wissen, und Kohl, Abich, und kürzlich noch Tassaert*), bestätiget haben, ebenfalls, und
19] im reinsten Zustande, dem Magnet, und die Magnetnadeln, welche Wenzel**) aus dem reinsten Kobalt verfertigte, zeugen von seiner Fähigkeit, selbst attractorisch zu werden. Aber auch dieses Metall braucht, wenn es ganz rein ist, eine Hitze zum Schmelzen, die eben so groſs, wenn nicht noch gröſser ist, als die, bey der das Roheisen flieſst. Nur seine Capacität für Wärme scheint, denselben Analogieen zu Folge, nach denen wir dem Nickel eine ziemlich groſse gaben, geringer als diese zu seyn. Das Product aus beyden Factoren wird daher auch kleiner ausfallen, als bey dem Nickel und dem Eisen. Eben das stimmt aber mit der wirklichen Erfahrung wieder auf das genaueste überein, nach welcher wir wissen, daſs seine Härte und Zähigkeit der jener Metalle zwar nachsteht, aber
20] immer noch beträchtlich genug***) scheint, um

*) S. *Annales de Chimie. T. XXVIII. p. 99.* Scherer's allgem. Journ. d. Chemie. B. III. S. 563.

19] **) S. J. Mayer's Samml. phys. Aufsätze. B. III. (Dresden, 1793. 8.) S. 388. Gren's system. Handb. d. ges. Chemie. Th. III. (Halle, 1795. 8.) S. 517.

***) Ein schönes Beyspiel hiervon findet man u. a. bey

sich in der Nähe von ihnen zu erhalten, und nicht in die Sphäre der unmagnetischen Metalle herabzusinken *).

Aus diesem Wenigen schon leuchtet ein grofses Verkehr zwischen Cohäsion und Magnetismus hervor! Nur wenige Metalle machen Anspruch auf ihn, und diese wenigen sind gerade die von der stärkeren Cohäsion, gleichsam als hätten sie genug davon, um mit einem Ueberflufs spielen zu dürfen. — Wir haben indefs im Vorigen noch nicht alle Metalle erwähnt, die uns wirklich bekannt sind, und gerade unter diesen noch nicht genannten giebt es mehrere, bey denen die wahrscheinlichen Bedingungen einer sehr grofsen Cohäsion in ziemlich hohem Grade Statt finden. Sollte daher nicht diese selbst, und mit ihr auch ihr Coexistentes, die Eigenschaft vom Magnet gezogen und selbst magnetisch werden zu können, bey ihnen anzutreffen seyn? — und wirklich, die Erfahrung übertrift unsere Erwartung.

Rinmann, a. a. O. S. 29. 30. Er konnte ein sehr vollkommenes, äufserst strengflüfsiges Kobaltkorn, was der Magnet zog, kalt zu dünnen Blechen ausschlagen, und nur zwischen Schraubenstöcken zerbrechen. S. 30 meint er zwar, dieser König habe Eisen enthalten, aus S. 35 folgt indefs, dafs er dies blofs aus der Anziehung desselben vom Magnet geschlossen habe.

20] *) Es würde daher ganz mit der Theorie übereinstimmen, wenn in Zukunft vergleichende Erfahrungen lehrten, dafs dem Kobalt die Eigenschaft, vom Magnet afficirt zu werden, unter den drey genannten Metallen, ihm nemlich, dem Eisen und dem Nickel, im geringsten Grade zukomme.

Ich führe zuerst das Magnesium an. Dieses
21] Metall übertrift an Schwerflüſsigkeit das Eisen noch weit, so daſs Bergman*) es beynahe für Platina zu halten verleitet worden wäre. Seine übrigen physischen und chemischen Eigenschaften sichern ihm eine groſse Wärmecapacität, und beyden entspricht seine groſse Härte**), und die Ductilität, die es bey gehöriger Reinheit allerdings besitzt, vortrefflich. Aber überall findet man auch Beweise seiner groſsen Fähigkeit, vom Magnet gezogen zu werden***), so daſs

21] *) S. d. a. O. *Vol. III. De Attract. elect.* §. 69. *p.* 465.

**) „*Sub malleo frangitur ferro durius.*" Bergman *l. c. Vol. II. De mineris ferri albis.* §. 7. *p.* 203. Ueber seine Ductilität vergleiche *Vol. IV. De. Cob., Nicc., Plat., et Magnesio, etc.* §. 6. *p.* 385.

***) Schon 1756 erhielt Rinmann aus dem Braunstein einen König, der nach dem Ausglühen vom Magnet gezogen wurde (a. a. O. S. 3.). Fast Alle, die nach ihm sich mit der Reduction dieses Körpers beschäftigt haben, bestätigen die magnetische Anziehbarkeit des erhaltenen Königs. So sagt Bergman (*l. c. Vol. II. De mineris ferri albis.* §. 7. *p.* 203.) „*Frustula, etiam minora, magnetem respuunt, sed pulvis rarissime ejusdem recusat imperium, quamvis etiam omni studio evitata fuerit immixtio.*" Die erste Eigenschaft bemerkte auch Hielm (s. Crell's chem. Annalen. 1787. B. I. S. 163.); Braunsteinkönig wurde nicht vom Magnet gezogen, als er noch ein Ganzes ausmachte, wohl aber sehr feine Körner desselben. Die ähnliche Erscheinung bemerkte Mönch beym Ko-
22] baltkönig. Ganz äuſserte er nichts gegen den Magnet, wohl aber, nachdem er ihn im Papier oder Leder eingewickelt auf dem Ambos zerkleinert hatte. (S. Crell's

man diese Eigenschaft bereits in chemische Hand- [22 bücher *) aufzunehmen angefangen hat. Zwar hat man auch hier, eben so wie bey Kobalt und Nickel, diese Anziehung immer noch durch einen vorhandenen Antheil Eisen zu erklären gesucht. Meist hatte man indefs dafür keinen andern Beweis, als eben diese Anziehung selbst **). Rinmann ***) sublimirte über [23 Braunstein von Klapperrud viermal nach einander gleichviel salzigtsaures Ammoniak; beym letzten Male wurde es kaum noch gefärbt, der Rückstand aber gab bey

neueste Entdeckungen. B. XII. S. 158.) Vielleicht, dafs, wenn nicht noch andere Ursachen, z. B. noch vorhandener Arsenikgehalt, es absolut unmöglich machten, Abich's unanziehbarer Kobaltkönig (s. Scherer's allg. Journ. d. Chemie. B. III. S. 562. 563.) ebenfalls hierher gehört. So sah auch Tihavsky (s. Jacquin's *Collectan. ad Botan. Chem. et hist. nat. spectant. Vol. IV. Vindob.* 1790. 4. und Gren's Journ. der Physik. B. *V.* Leipzig, 1792. 8. S. 28. 30. 31. 32. 40.) die bey der vorgeblichen Reduction der Erden erhaltenen, aus Phosphoreisen bestehenden Könige, und das Siderum selbst, ganz, nicht, wohl aber, nachdem sie durch messingene Instrumente in Pulver verwandelt worden, vom Magnet gezogen werden.

*) S. z. B. Göttling's Handb. d. theor. u. prakt. Chemie. Th. I. (Jena, 1798. 8.) §. 472. S. 321.

**) Vergl. u. a. Bergman *l. c. Vol. IV. p.* 385. Indem er nemlich von den dem Nickel, Kobalt und Magnesium gemeinschaftlichen Eigenschaften spricht, sagt er: *intelligitur etiam, eadem a ferro vix separari posse, (siquidem verum est, magnetem ferri solius indicium haberi.*")

23] ***) S. a. a. O. S. 17.

der Reduction eine Menge kleine blanke platte Körner, „die zwar ein gut Theil Magnesium enthielten, aber doch vom Magnet gezogen wurden, und so war die Hoffnung zu eisenfreyem Magnesium dahin." Auch die anderen Bearbeiter dieses Metalls haben sehr selten einen König bekommen, den der Magnet nicht gezogen hätte, so daſs ihn BERGMAN in dieser Hinsicht überall mit Nickel und Kobalt in Eine Klasse stellt*). Wer sollte nach so vielen Anzeigen, und nach der genauen Uebereinstimmung der Erfahrung mit dem, was aus dem Zusammenhange der Cohäsion mit dem Magnetismus so wahrscheinlich wird, nicht auf die Vermuthung kommen, daſs die Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden, auch dem Magnesium, und als Magnesium, zukomme? Können die weniger (doch vielleicht nur in nicht so hohem Grade, und nur bey den feinsten Versuchen sichtlich) anziehbaren Könige**), die man unter so vielen bisher erhielt, dieses nicht aus denselben Ursachen seyn, die diese
24] Anziehung auch bey andern Metallen, die ausgemacht des Magnetismus als solche fähig sind, wie beym Eisen, Nickel und Kobalt, schwächen oder ganz aufheben? —

Ein anderes Metall, was unserer Analogie zu Folge Ansprüche auf den Magnetismus zu machen hat, ist das Uranium. Dieses Metall erfordert einen auſserordentlich hohen Grad der Hitze, um zu schmelzen,

*) Vergl. *l. c. Vol. III. p.* 102. *Vol. IV. p.* 382. 385.

**) S. z. B. HIELM in VON CRELL's chemischen Annalen 1792. B. I. S. 280.

der den, bey dem das Magnesium fliefst, noch übertrift *). Eine mittlere Wärmecapacität wird also schon im Stande seyn, mit diesem hohen Schmelzgrad ein grofses Product zu geben, um damit dem beträchtlichen Grad von Cohärenz und Härte zu entsprechen, den Klaproth **) und Richter ***) an dem Uraniumkönig wahrgenommen haben. Von dem Verhalten desselben gegen den Magnet erwähnt ersterer zwar nichts, letzterer hingegen hat wirklich gefunden, dafs derselbe, auch im eisenfreyen Zustande, vom Magnet gezogen wurde. Er reinigte Uranium durch Niederschlagung der salpetersauren Auflösung desselben vermittelst weinsteinsauren Kalis, verbrannte das niedergefallene weinsteinsaure Uranium, und reducirte es, nicht, wie ehedem, durch Zusatz von Blut, sondern, um die bey jener als möglich angegebene Entstehung von phosphorsaurem Eisen zu vermeiden, mit [25 blofsem Kohlengestiebe, etwas Flufsspath, gebrannter Kreide und Alkali, und erhielt auf diese Art die möglichst vollkommensten gegen zwey Quentchen wiegenden Könige. „*Von einem grofsen Magnete wurde der Uraniumkönig, dessen Oberfläche recht glatt war, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch an dem Bruche angezogen; derjenige hingegen, der keine so glatte Fläche zeigte, folgte dem Magnet*

24] *) Vergl. Klaproth a. a. O. B. II. S. 212.

**) S. d. a. O. S. 221.

***) S. dessen: *Ueber die neuern Gegenstände der Chemie*. St. IX. (Bresl. u. Hirschb. 1798. 8.) S. 40.

weit träger, ohngeachtet beyde eisenfrey waren *)." — Eine solche Zusammenstimmung der Theorie mit der Erfahrung kann wohl schwerlich ein bloſses Werk des Zufalls seyn. Sie ist zu schön, als daſs sie nicht die Chemiker ermuntern sollte, bey ferneren Untersuchungen auf sie Rücksicht zu nehmen, und so zu entscheiden, ob durch das Uranium die Zahl der magnetischen Metalle wirklich um eins vermehrt werde.

Noch kommt uns ein drittes Metall, was also in der Reihe der magnetischen, im Fall die beyden vorigen ihren Rang wirklich behaupten sollten, das sechste seyn würde, auf halbem Wege entgegen, nemlich das Chromium. So viel wir auch schon durch die beyden Entdecker desselben, Klaproth und Vauquelin, durch Gmelin und den Graf von Mussin-Puschkin, von seinen Oxyden wissen, so wenig wissen wir doch noch vom Metalle selbst. Wir
26] kennen erst Eine Reduction desselben von Vauquelin *), und selbst gegen diese hat der letztgenannte Graf **) beträchtliche Zweifel aufgeworfen. Wir mögen indeſs den wahren Chromiumkönig wirklich kennen, oder nicht, so ist doch aus dem, was wir

25] *) S. d. a. O. S. 41.

26] **) S. *Annales de Chimie, T. XXV.* p. 199 — 201. Vergl. v. Crell's chem. Annalen. 1798. B. I. S. 282 — 284.

***) S. Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. II. S. 206. 207; besonders aber s. v. Crell's chem. Annalen. 1799. B. II. S. 4. 5. Vergl. daselbst 1798. B. II. S. 446.

über seine Oxyde wissen, gewiſs genug, daſs er einen äuſserst hohen Grad des Feuers erfordern müsse, um in Fluſs zu kommen. Vauquelin nennt das Product seines Reductionsversuches schlechthin „*infusible*“ *), und war dies auch noch immer nicht der reine König selbst, so ist eben die daraus erhellende Schwierigkeit, seine Oxyde zu reduciren, ein sehr treffender Beweis von einer an „*Infusibilité*“ grenzenden Strengflüssigkeit des Metalls selbst, da wir bey der sämmtlichen Reihe der übrigen Metalle, überall schwere Reductionsfähigkeit der Oxyde, von verhältniſsmäſsiger Strengflüssigkeit des Metalls selbst, begleitet sehen. Eine höchstens mittlere Wärmecapacität, die ihm, gerechtfertigten Analogieen zu Folge, sehr wahrscheinlich zukommt, wird daher mit jenem schon ein hohes Product geben. Zwar entspricht diesem die groſse Fragilität **), die Vauquelin dem Product seiner Reduction eigen fand, nicht ganz, [27 was aber eben vielleicht ein Grund mehr ist, mit Mussin-Puschkin die Vollkommenheit dieser Reduction so lange für ungewiſs zu halten, bis mehrere künftige Versuche bestimmter darüber entschieden haben ***). Auch giebt jener Chemiker nichts von dem

*) S. *Annales de Chimie. T. XXV. p.* 201. 203.

**) S. d. a. O. *p.* 201. 205.

***) Vielleicht war dieses Product in Hinsicht des reinen [27 Chromiums, nur in mehr oder minderem Grade, eben das, was das für sich im strengen Feuer behandelte, und dadurch sowohl in Hinsicht seines specifischen Gewichts (= 9, 55,) als seines Sauerstoffgehalts, dem reinen

Verhalten dieses Products zum Magnetismus an. Auf diesem Wege können wir also vor jetzt zur Bestätigung unserer Vermuthung nicht gelangen.

Desto fruchtbarer hingegen ist die Zusammenstellung der über die Oxyde dieses Metalls und die erdigten Verbindungen derselben angestellten Beobachtun-

Metallzustande näher, jedoch nur näher, gebrachte Wolfram-Oxyd der Gebrüder De Luyart in Rücksicht des reinen Wolframmetalls war. (S. deren chemische Zergliederung des Wolframs u. s. w. A. d. Engl. von Gren. Halle 1786. 8. S. 98. 99. Vergl. Gren's syst. Handb. d. ges. Chemie. Th. III. §. 3526. S. 733.) Sollte es wohl bey einem Metall, was sich so gern mit Sauerstoff verbindet, wie das Chromium, und von dem man bereits so viele feste Zustände seines Oxydes kennt, so unmöglich seyn, daſs es selbst einen Zustand des Oxydes gebe, in dem es bereits die Eigenschaften eines Metalls zeigte? — Die Kohle zeigt so manche Eigenschaften eines reducirten Körpers, fast möchte ich sagen, eines Metalls, (vergl. meine Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus. Jena, 1800. 8. S. 245.) und doch ist sie nur das Oxyd eines Körpers, (des Diamants,) von dem es physikalische Analogieen höchst wahrscheinlich machen, daſs selbst er noch das Oxyd eines Körpers höherer Reduction (eines Metalls?) sey. Und in welchem Zustande endlich befin-
28] det sich das in der That schon in manchen Fällen sich mit dem Chromium so ähnlich verhaltende Magnesium im krystallisirten Braunstein, dessen Inneres bey der Electricität, dem Galvanismus, und in andern Hinsichten, so ganz die Rolle eines Metalls spielt, und dessen Äuſseres verführerisch genug gewesen ist, um Mehrere schon verleitet zu haben, ihn für einen natürlichen Magnesiumkönig zu halten!

gen. Die Oxyde des Chromiums kommen in mehreren Edelsteinen vor, und unter andern namentlich im Smaragd *) und Rubinen-Spinell **). In beyden fand VAUQUELIN mit den Erden nichts als diese metallische Substanz verbunden. BERGMAN, ACHARD und KLAPROTH, die den Smaragd und Rubin ebenfalls untersucht haben, hielten den Metallgehalt beyder bloſs für Eisenoxyd, von diesem aber sagt VAUQUELIN in Bezug auf den Smaragd „*qu'il n'existe point* ***), und in Hin- [29
sicht des Rubinen-Spinells, „*qu'il n'existe pas un atome de fer dans la pierre dont il est question*" ****). Von beyden Steinen aber, wie von allen übrigen Varietäten derselben, hat BRUGMANS durch die genauesten Versuche gefunden, daſs sie, gleich eisenhaltigen Steinen, sämmtlich dem Magnet folgen. Wir setzen auf einen Augenblick voraus, daſs die von BRUGMANS angewandten Steine alle bloſs Chromiumoxyd enthielten, um ihr magnetisches Verhalten mit ihrer chemischen Qualität näher vergleichen zu können. Alle bisherigen Analysen des Smaragds, wie

*) S. VAUQUELIN in *Annales de Chimie. T. XXVI. p.* 264. SCHERER's allg. Journ. d. Chemie. B. I. S. 366. und v. CRELL's chemische Annalen. 1798. B. II. S. 410.

**) Derselbe in *Annal. de Chim. T. XXVII. p.* 15. SCHERER's allg. Journ. d. Chem. B. II. S. 37. und v. CRELL's chem. Ann. 1799. B. I. S. 94.

29] ***) S. *Annales de Chimie. T. XXVI. p.* 265.

****) S. d. a. O. *T. XXVII. p.* 5.

des Rubins und Spinells, stimmen darin überin, daſs der Metallgehalt der letztern gröſser sey, als der des erstern. Doch hat Brugmans gefunden, daſs die letzteren (und unter diesen der letzte) durchaus schwächer vom Magnet gezogen werden, als der erstere. Dies scheint ein Widerspruch; er löst sich indessen sehr bald, wenn man sich erinnert, daſs in den grünen
30] Steinen nach Vauquelin das Chromium sich in dem minder oxygenirten Zustande des bloſsen Oxyds, in den rothen aber im stärker oxygenirten, in dem der Säure, befindet. Denn wem ist es unbekannt, daſs beym Eisen die Anziehbarkeit vom Magnet um so geringer wird, in je stärkerem Grade es oxydirt wird, und daſs sie zunimmt, wie der Grad der Oxygenation desselben abnimmt? — Ferner fand jener Physiker, daſs innerhalb einerley Farbe die Anziehung um so stärker war, je höher die Farbe stieg. Der orientalische Smaragd wurde stärker gezogen, als der occidentalische; ersterer aber ist dunkler als letzterer, und Bergman und Achard, die den ersten zerlegten, geben seinen Metallgehalt gröſser an, als Klaproth und Vau-

*) S. A. Brugmans's *Magnetismus, seu de affinitatibus magneticis observationes academicae.* (*Lugd. Bat.* 1778. 4.) §. 33. und dessen Beobachtungen über die Verwandtschaften des Magnets. A. d. Lat. v. Eschenbach. (Leipzig, 1781. 8.) S. 127. 128. desgl. dessen Philosophische Versuche über die magnetische Materie. A. d. Lat. v. Eschenbach. (Leipzig, 1784. 8.) Anhang, S. 294. 295.

QUELIN vom letzteren. Selbst ersterer wird um so stärker gezogen, je dunkler seine Farbe ist; ein starkgefärbter polirter Smaragd bekam sogar Pole. Unter den rothen Steinen wird der hellere Spinell schwächer gezogen, als die übrigen Rubine, und diese wieder mehr oder minder nach dem Grad ihrer Färbung; aber der Spinell hält ebenfalls wieder weniger metallischen Stoff, als dunkler gefärbte Rubine, und unter letztern die dunkelsten den meisten. Die Chromiumhaltigen Steine befolgen also in ihrem Verhalten zum Magnet ganz die Gesetze der eisenhaltigen. Heben wir auch also unsere vorhin gemachte Voraussetzung gänzlich wieder auf, so wird aus dem Aufgestellten als Resultat dennoch soviel hervorgehen, daſs wir aus Gründen, die wenigstens eben so stark sind, wie manche der [31 zeither für diese oder jene Vermuthung mit Glück vorgebrachten, es der fernern Untersuchung allerdings empfehlen können, auf die durch die vorige Zusammenstellung dem Chromium und seinen Oxyden als solchen wahrscheinlich gewordene Magneteität die genaueste Rücksicht zu nehmen.

Vielleicht entschuldigt uns die Autorität eines VAUQUELIN, wenn wir auf einen Augenblick die Vermuthung wagen, ob wohl alle bisherigen Täuschungen über die wahre Natur des Metallgehalts der oftgenannten Steine, vorzüglich mit auf der auch dem Chromium und seinen Oxyden ursprünglich zukommenden Eigenschaft, vom Magnet gezogen zu werden, beruhen können; ob also selbst bey den neuesten Analysen jener Steine, vorzüglich die Anziehbarkeit des geglühten Metalloxyds durch den Magnet verleitet habe, es für Eisen zu halten? — Herr KLAP-

ROTH*) führt wenigstens keine Gegenbeobachtung an, vielmehr erzählt Herr ACHARD wirklich, dafs die aus dem Smaragd durch Behandlung desselben mit Schwe-
32] fel-, Salpeter- oder salzigter Säure, Abdampfung der Auflösung, Ausglühen des erhaltenen Rückstandes und Auslaugung des wenigen dabey befindlichen kalkerdigten Salzes erhaltene rückständige braune **) sowohl, als die auf ähnliche Weise aus dem Rubin erhaltene braunrothe***) Erde, nach der Vermischung und Röstung oder gelinden Glühung mit Oel oder Talg, gänzlich vom Magnet gezogen wurde; nur werden die Folgerungen hieraus durch die von eben demselben Chemiker †), wie von BERGMAN ††), gemachte Bemerkung, dafs diese Erde aus ihrer ersten Auflösung, oder auch nach dem Ausglühen von neuem in Säure aufgelöst, durch blausaures Kali zu wirklichem Berlinerblau niedergeschlagen werde, einigermafsen beschränkt, — wofern uns nicht etwan auch hierüber die Zukunft unerwartete Aufschlüsse geben sollte.

Dafs das Eisen nicht die einzige metallische, der Sphäre des Magnetismus zugehörige Substanz sey,

31] *) A. a. O. B. II. S. 5. 13. — Er schlug die von der Behandlung des Spinells, wie des Smaragds, mit salzigter Säure erhaltene Auflösung durch Ammoniak nieder, und sagt nur von dem braunen ausgeglüheten Niederschlage, dafs er aus Eisenkalk bestehe, ohne indefs die Art, auf welche er sich als solcher erwies, näher anzugeben.

32] **) S. ACHARD's Bestimmung der Bestandtheile einiger Edelsteine. (Berlin 1779. 8.) S. 43. 44.

***) S. d. a. O. S. 13.

†) S. d. a. O. S. 13. 14. 43—45.

††) A. a. O. *Vol. II. De terra gemmarum.* §. 4. *p.* 90.

deren Oxyde durch Glühen anziehbar für den Magnet werden, hat kürzlich noch Klaproth *) in [33 Hinsicht des blausauren Nickels gezeigt, und wahrscheinlich wird man dies auch für die übrigen magnetischen Metalle, wenigstens für die meisten derselben, noch bestätigt finden. So lange daher keine Beobachtungen vorhanden sind, die in Hinsicht des Chromiums**) das ausdrückliche Gegentheil darthun, so lange wird es auch erlaubt seyn, durch Analogieen die Chemiker darauf aufmerksam zu machen. um so durch Beobachtungen hierüber, wie über das Verhalten des Chromiums im reinen metallischen Zustande zum Magnetismus, recht bald zu erfahren, ob diesem Körper in der That der Rang zugehöre, auf den er allem Vorigen zu Folge so gerechte Ansprüche zu haben scheint.

*) A. a. O. B. II. S. 143.

**) Wirklich erzählt Brugmans ein Beyspiel, was, [33 wenn sein Smaragd in der That bloſs Chromiumoxyd enthielt, demselben diese Eigenschaft völlig zusichert. Er fand, daſs die Blättchen, in welche der Smaragd bey einem heftigen Feuer zerspringt, eine sehr starke Vermehrung der magnetischen Kraft zu erkennen gaben; eine Modification, die der ganz ähnlich ist, welche eisenhaltige Steine unter gleichen Umständen erleiden. S. dessen Beobachtungen u. s. w. S. 127. u. f.

(Die Fortsetzung folgt.)

Anmerkung. Nach Erscheinung vorstehender Abhandlung gab ich heraus: Darstellung der neueren Untersuchung über das Leuchten des Phosphors im Stickstoffgas u. s. w.,

und der endlichen Resultate daraus für die chemische Theorie. Erstes Stück. Mit einem Kupfer. Jena bey Frommann, 1800 (Ostermesse) 8. XXXII. und 160. S. In diesem ersten Stücke war indeſs blos die (ihrem Inhalt nach in No. XI. erwähnte) Vorerinnerung von mir; das Uebrige war eine Uebersetzung des *Chimico esame degli Esperimenti del Sig.* Göttling, *Professore a Jena, sopra la luce del fosforo di* Kunkel *osservata nell' aria comune, ed in diversi fluidi aeriformi permanenti, nella qual occasione si esaminano altri fosfori posti dentro ai medesimi fluidi, e si cerca, se la luce solare guasti il gaz ossigeno, siccome pretende questo Chimico; del Cittadino* Lazzaro Spallanzani, *Professore di storia naturale nell' Universita di Pavia, ec. ec. In Modena. MDCCXCVI.* 8.

Auf diese Darstellung folgte eine am 13. Jul. 1800 in der Naturforschenden Gesellschaft zu Jena vorgelesene Abhandlung über die Muskelcontraction als chemischen Proceſs, — die mir aber schon seit längerer Zeit aus den Händen gekommen ist. Die Resultate derselben befinden sich indeſs ausgezogen in §. 25. einer andern Abhandlung, die ich kurz nach ihr schrieb, und die, so weit sie fertig war, als der Gegenstand von No. X. sie unterbrach, unter der Aufschrift: Bemerkungen über den Galvanismus im Thierreiche, in meinen Beyträgen u. s. w. B. I. St. 3. u. 4. (Jena, 1802.) S. 107 — 151. abgedruckt ist.

R.

X.

Volta's Galvanische Batterie, nebst Versuchen mit derselben; — in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde. B. II. S. 356 — 400*).

Inhalt.

Wie viel mit der Batterie in Bezug auf die einzelne Kette gewonnen sey — Construction der Batterie — Wirkungen derselben auf den menschlichen Körper — Auf thierische

*) Anmerkung. Früher, als diese am 28 — 30ten Sept. 1800 geschriebene Abhandlung, ist ein Brief aus demselben Monat an Hrn. Prof. Horkel zu Halle, der in Gilbert's Annalen der Physik B. VI. S. 470. 471. abgedruckt ist. Theils aber war er nicht für den Druck bestimmt, theils enthält er auch nichts, was nicht im gegenwärtigen Aufsatze wieder vorkäme; weſshalb ich ihn hier übergehe.

R.

Körper und Theile derselben — Isolation ihrer Wirkung durch Knochen, Flamme, und glühendes Glas — Zersetzung des Wassers durch sie — In der Röhre mit Messingdräthen — Mit Dräthen von fast allen andern Metallen und festen Leitern — Darstellung des Oxygens als Gas bey Gold-, Platinadräthen u. s. w. — Separirte Auffangung dieses und des Hydrogengases — Volumensverhältniſs der sich correspondirenden Gase zu einander — Untersuchung der einzelnen Gase — Besondere im Erzeugungsversuch derselben am Hydrogendrath entstandene Substanz — Auffangung beyder Gase in Einem Gefäſs zu Knallluft — Einfluſs der Entfernung der Drathenden im Wasser von einander — Einfluſs der Natur der Dräthe selbst auf die Gröſse der Wasserzersetzung — Einfluſs der Wärme auf dieselbe — Nothwendigkeit einer wirklichen Entfernung der Dräthe im Wasser von einander — Zweifel daraus, ob es eine Zersetzung des Wassers seyn könne, die hier vorgeht — Verstärkung derselben dadurch, daſs das Wasser um beyde Dräthe zu diesem Versuche durch äuſserst vom Wasser verschiedene Substanzen von einander getrennt seyn könne, wie durch Schwefelsäure, durch Salpetersäure — (Entdeckung des chemischen Polarisirens von zwischen diese Wasserportionen gebrachten Metalldräthen bey dieser Gelegenheit) — Versuche, zu machen, daſs bloſs Oxygen, oder bloſs Hydrogen, erzeugt werde — Schluſs daraus, daſs das Wasser nicht zusammengesetzt, sondern einfach, sey — Versuche in Säuren — in Alkalien — Reductionen von Metallauflösungen — Farbenveränderungen der Lacmustinctur.

Volta's Erfindung eines Mittels, die Galvanische Action durch die öftere Wiederholung ihrer Bedingungen nach Willkühr und ins Unbestimmte zu multupliciren, ist das gröſste Geschenk, was dem Galvanismus seit Galvani werden konnte. Schon das

Einfache setzte uns in den Stand, in das System seiner Wirkungen bis zu einer beträchtlichen Tiefe einzudringen, wieviel mehr wird das nicht der Fall seyn müssen, wenn wir diese Wirkungen, die bis dahin nicht weniger gar zu klein schienen, um ihrer Neugierde werth zu seyn, nur aufs 60, 80 oder 100 und mehrfache vergröſsern dürfen, um sogleich alle die Aufmerksamkeit für sie zu erregen, die sie doch in der That verdienen. Aber nicht bloſs das bereits Erkannte, nur vergröſsert, darzustellen, auch zur Entdeckung ganz neuer Wirkungen des Galvanismus, die nur durch eine solche Vergröſserung der ihnen entsprechenden Ursachen [357 zu der Gröſse gebracht werden konnte, die sie dem beschränkteren Sinne überhaupt erst merklich werden läſst, ist VOLTA's Erfindung vorzüglich geeignet. Von beyden denke ich in diesem Absatze sprechende Beweise zu geben. Und wäre es auch nur wenig noch von dem, was möglich ist, wäre es bloſs ein Beyspiel, Andern zur Nachahmung empfohlen, es wird doch hinlänglich seyn, die Hoffnungen, welche sich jedem, dem es bisher mit dem Studium des Galvanismus Ernst war, aufdringen muſsten, zu rechtfertigen, und uns auf neue glänzendere vorzubereiten.

Fig. 12. [Fig. 1. Tab. V.] stellt den Apparat im Profil vor, mit dem die folgenden Versuche angestellt wurden. Er ist eine vortheilhafte Modification des B. II. St. 2. S. 216. des physikalischen Magazins beschriebenen VOLTA'ischen (Becherapparats.) Auf einem Fuſsgestelle von weiſsem Blech stehen in ähnlichen Kapseln vier Glasröhren, die oben von neuem durch eine mit Kapseln versehene Blechhaube festgehalten werden. Zwischen beyden befinden sich die das eigentliche Wirksame des Apparats ausmachenden

Lagen der beyden Metalle, und der sie verbindenden
feuchten Pappe, und zwar in der Ordnung, dafs auf
einer Unterlage von Holz, die man der bessern Isola-
358] tion wegen noch mit einer oder etlichen Scheiben
Glas bedeckt, zunächst eine Platte Silber (einen Laub-
thaler z. B.), dann ein den Flächenraum zwischen den
vier Glassäulen ziemlich ausfüllendes Stück mit Koch-
salzauflösung angefeuchteter Pappe, auf diesem eine
gleiche Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink,
und auf dieser wieder ein Stück nasser Pappe liegt,
schliefst. Bey den nachfolgenden Versuchen bestand
die ganze Säule gewöhnlich aus 60 dergleichen Lagen.
Die unten liegende Silberplatte ist, wie die oberste
Zinkplatte, mit einem metallenen Haken (*a*, *b*) ver-
sehen, der dazu dient, die Verbindungen der beyden
Enden der Galvanischen Kettensäule durch Dräthe,
u. s. w., bequemer bewirken zu können.

Dies ist bis auf Weniges die Beschreibung des Ap-
parats, wie ihn Herr Hofrath Voigt anwandte, als er,
der Erste in Jena, sich von dessen Wirksamkeit über-
zeugte. Andere Beschäftigungen hatten mich auf län-
gere Zeit vom Galvanismus entfernt gehalten, als der
Herr Hofrath in der Mitte dieses Monats die Güte hatte,
mit mir das bereits Bekannte zu wiederholen, und
mich zu neuen Versuchen damit einzuladen. Ich
359] nahm es mit Vergnügen an, und ich benutze die
Gelegenheit, um ihm hier nochmals den verbindlich-
sten Dank zu sagen für die mannichfachen Unter-
stützungen und Hülfleistungen, mit denen er mir
dabey auf die gütigste Weise zuvorkam. Die Resul-
tate unserer gegenseitigen Bemühungen werden zeigen,
wie sehr ich ihm denselben schuldig war.

Noch mufs ich bemerken, dafs mir, wegen längerer Abgeschnittenheit von der neuesten physikalischen Literatur, beym Anfange unserer Versuche von denen, die Andere über unsern Gegenstand bereits angestellt haben, nichts weiter bekannt war, als was ich aus einem früheren Billet des Herrn Hofrath über Volta's erste Entdeckung (s. B. II. St. 2. S. 215. des Magazins) wufste, — und dann die in Schelling's Zeitschrift für die speculative Physik aus dem *Journal des Brüxelles* abgedruckte Notiz über die sich auf eine Zersetzung des Wassers reducirende Verkalkung des Messings und gleichzeitige Entbindung von Wasserstoffgas vermittelst des Galvanismus. Die B. II. S. 292—294. des Magazins befindlichen Auszüge aus Banks's und Ash's Briefen an Blumenbach kamen mir erst am 24sten dieses Monats im Aushängebogen zu Gesicht, zu welcher Zeit wir bereits unabhängig von andern die Zersetzung des Wassers in [360 Sauerstoffgas und Wasserstoffgas entdeckt, und beyde Gasarten genauer untersucht hatten. Bey der grofsen Wichtigkeit dieses Phänomens mochte die Unbedeutendheit, mit der Ash S. 294. dieser Zersetzung, aber durch Platinadräthe, wirklich schon gedenkt, Schuld daran haben, dafs Herr Hofrath Voigt erst, nachdem dieser Brief bereits abgedruckt war, auf diese Stelle aufmerksam wurde, und sie mir und unsern Gehülfen mittheilte. So erhielt ich auch von den übrigen neuen Entdeckungen der Engländer Nicholson, Carlisle, Cruikshank und Henry erst gestern, den 27sten September, durch Herrn D. Horkel in Halle aus Nicholson's *Journal of natural philosophy*, einige Nachricht, und ohnerachtet dieser zu Folge jener Physiker mehreres bereits be-

trächtlich früher, als ich, entdeckt haben, so dürfen wir doch versichern, daſs alle in diesem Aufsatze vorkommenden Versuche von mir angestellt wurden, ohne daſs wir von ihnen das mindeste wuſsten, obgleich meine mit den ihrigen in einem solchen Grade übereinstimmen, daſs man, wie sich Herr D. Horkel gegen mich ausdrückte, die erstern fast nur für eine Wiederholung der letztern halten könnte. Auch wird noch das Ungekünstelte in der Continuität der Versuche selbst ihre Eigenthümlichkeit bestätigen können.

* * *

361] Unsere Galvanische Batterie, wie ich mit Volta seine Galvanische Ketten-Kette nennen will, bestand gewöhnlich aus 60 Lagen Silber, Zink und Pappe. Sie gab so, wenn — —

(Was hier folgt, kommt, mit mehreren Anmerkungen vermehrt, in No. XV. von neuem vor, wo es die §§. 17 — 20. ausmacht.)

365] Wie Volta's Batterie den Einfluſs des Galvanismus auf die Sinnesorgane multuplicirt, so thut sie es auch mit ihm in Beziehung auf Hervorbringung von Bewegungen. Ich sah einen Frosch, der mit Zink und Silber in der einfachen Kette Galvanisirt, schon nach einer halben Stunde keine Zuckungen mehr zeigte, in der Batteriekette noch nach $5\frac{1}{2}$ Stunden welche geben, und gewiſs würde er sie, nachdem er auch hier aufhörte es zu thun, in noch stärkeren Batterien auch nach Verhältniſs noch länger gegeben haben. Zu den Modificationen der Erregbarkeit, zu welchen in einfachen Galvanischen Ketten ganze Stunden nöthig sind, waren hier wenige Minuten hinreichend. Daſs

überhaupt alle Zuckungen hier mit weit mehr Energie, als in der einfachen Kette geschehen, bedarf keiner Erwähnung. Kleineren Thieren kann man durch solche Galvanische Batterieschläge sogar das Leben nehmen. Herr Friedr. Voigt (der ältere Sohn des Herrn Hofraths) tödtete eine grofse Raupe durch einen einzigen Schlag, welchen er durch sie hindurchgehen liefs, und von mehreren starben kleine Fische. — Übrigens habe ich alles, was ich ehedem in Hinsicht der sogenannten Richtung der Galvanischen Action in einfachen Ketten beobachtet hatte, auch hier auf das Be- [366 stimmteste wieder gefunden.

Man weifs, dafs trockne Knochen, die Luftflamme, glühendes Glas, und der luftdünne Raum, die Action der einfachen Galvanischen Kette isoliren, da sie hingegen die Electricität sehr gut leiten sollen. Sehr genau angestellte Versuche indessen hatten mich gelehrt, dafs diese Dinge sämmtlich doch keinesweges für so gute Leiter der Electricität anzusehen seyn, als z. B. Metall, Kohle u. s. w., und so schien es, als ob nur ein etwas höherer Grad von Galvanismus erfordert werden dürfte, um auch das Hindernifs, was ihm diese Körper entgegensetzten, zu überwinden. Aber weder Knochen, (die nemlichen, welche ganz schwache electrische Fünkchen aus Siegellack u. s. w., Zolle ja Fufse weit leiteten,) noch die Lichtflamme, noch auch glühendes Glas, haben mir in Schichten von 1, $\frac{1}{2}$, ja $\frac{1}{4}$ Linie angewandt, die Wirkung unserer Batterie auf eine bemerkliche Art leiten wollen. Selbst der höchstrectificirte Weingeist und der Schwefeläther haben in Schichten von $\frac{1}{2}$ bis 1 Linie nur sehr wenig Wirkung, in stärkern hingegen ganz und gar nichts durchgelassen, ohngeachtet sie doch als sehr gute Lei-

ter der Electricität bekannt sind, und es ist zu erwarten, daſs fernere Untersuchungen die Zahl dieser Sub-
367] stanzen, welche Leiter für das eine sind, indeſs sie es für das andere nicht sind, noch beträchtlich vermehren werden.

Einen Funken, wie ihn die englischen Physiker bey der Schlieſsung der Batteriekette gesehen zu haben behaupten, habe ich auch bey der gröſsten Aufmerksamkeit, und unter den dazu günstigsten Umständen, nicht erhalten können. Auch von keiner andern bey irgend einer auch noch so kleinen, jedoch noch immer nicht zur Berührung werdenden, Entfernung der beyden schlieſsenden Körper von einander, etwa schon eintretenden Wirkung der Kette, hat sich mir bis jetzt etwas zeigen wollen, wovon indeſs die Schuld mehr an der doch noch zu geringen Stärke unserer Batterie, als an einer wirklichen Unmöglichkeit eines solchen Erfolgs, gelegen haben kann.

Ich komme jetzt zu den Versuchen, welche ich mit unserm Apparat über die Zersetzung des Wassers, und andere mit dieser in Zusammenhang stehende Phänomene, angestellt habe. Zu keinem derselben hat uns der Zufall Gelegenheit gegeben, alle habe ich analogisch vorher bestimmt, und die Prämissen, aus denen es geschah, müssen gültig gewesen seyn, denn fast nie habe ich mich in meinen Vorhersagungen geirrt ge-
368] habt. Sie selbst haben mich manche neue und wichtige Wahrheiten entdecken lassen; Wahrheiten, die über kurz oder lang in unsere bisherige Ansicht der chemischen Erscheinungen eine gänzliche Reform bringen müssen. Der Gewinnst der Wissenschaft dadurch wird groſs seyn, aber er ist uns gewiſs, und so dürfen wir uns mit seiner Herbeyführung nicht über-

eilen. Versuche wie diese commentiren sich selbst, und wem sie das nicht können, der wird sich davon zu überzeugen Gelegenheit haben, wenn sie in Verbindung mit einer andern Reihe von Versuchen, die mich seit zwey Jahren beschäftigen, das bestätigen werden, was ich lange zuvor, ehe von den folgenden Versuchen die Rede seyn konnte, schon in der Vorerinnerung zu dem ersten Stück meiner „Darstellung der neuern Untersuchungen über das Leuchten des Phosphors im Stickstoffgas u. s. w.“ (Jena, 1800. 8.) S. VIII — XII. näher aus einander gesetzt habe.

Zuerst wiederholten wir Nicholson's Versuch über die Verkalkung des Messings durch Galvanismus. Wir brachten in eine mit Wasser gefüllte Glasröhre Fig. 13. [Tab. V. Fig. 2.] zwey Messingdräthe *a* und *b*, und verbanden den erstern (*a*) durch andere Dräthe mit dem Zink, den andern (*b*) mit dem Silber der Batterie. Sogleich zeigten sich an der Spitze von *b* eine Menge ganz kleiner schnell in die Höhe [369 steigender Bläschen, indeſs sich die Spitze des andern (*a*) mit einer äuſserst zarten Wolke von Messingkalk umgab, die sich bald auf den Boden der Röhre herabzog. Beydes hielt so lange an, als die Kette geschlossen blieb. Brachte man jetzt *a* mit dem Silber, *b* aber mit dem Zink der Batterie in Verbindung, so wechselten auch sogleich beyde Phänomene ihren Ort, und *a* gab jetzt Bläschen, indeſs *b* sich verkalkte. Beydes, die Verkalkung, wie die Gasentwickelung, nahmen zu, je näher, und ab, je entfernter die beyden innern Enden der Dräthe von einander waren. In der unmittelbaren Berührung aber hörte beydes den Augenblick auf, und so lieſs es sich auch durch eine übermäſsige

Entfernung der Dräthe von einander dahin bringen, daſs sie entweder nur noch schwach, oder bisweilen auch scheinbar gar nicht mehr, sich weder verkalkten, noch Gas entwickelten. Im letzten Falle aber schien auch die Wirkung der Batterie überhaupt schwächer zu seyn, als vorher, so daſs also sie, und damit der mit ihr zugleich geschwächte Einfluſs auf die Zersezzung des Wassers, auſser andern möglichen Umständen, wahrscheinlich noch eine geringere Leitung des Galvanismus durch groſse Wasserstrecken zur Ursache hat.

370] Aehnliche Dräthe oder Stangen von Zinn, Zinn, Bley, Eisen, Kupfer, und Wismuth, an die Stelle von *a* und *b* gebracht, gaben gerade die nemlichen Phänomene, nur mit einer Verschiedenheit der Stärke, die im Allgemeinen mit dem Grade der Oxydabilität dieser Metalle im geraden Zusammenhange stand. Auch von zwey Schichten Quecksilber, die ich auf schickliche Weise an die Stelle von *a* und *b* brachte, oxydirte sich jedesmal die mit dem Zink der Batterie verbundene Schicht, indeſs die andere Glasbläschen in Menge lieferte, ja selbst von zwey Silberdräthen verkalkte sich *a* sehr schnell, indeſs *b* Gas gab.

Aber keine Verkalkung mehr, nicht eine Spur davon, kam zum Vorschein, als wir zu *a* und *b* zwey Dräthe von Gold anwandten, und doch zeigte sich die Gasentwickelung noch sehr lebhaft, ja auch der andere Drath, der vorher, wenn er von irgend einem andern Metall war, verkalkt wurde, gab jetzt Gas. Die Menge der Bläschen, die an *a* (d, i. an dem mit dem Zink verbundenen Drathe) erschienen, war beträchtlich geringer, als die an *b* (d. i. dem mit dem Silber

verbundenen Drathe,) und man sah sehr deutlich, dafs sie (bey der horizontalen Lage der Röhre) gewöhnlich weit gröfser wurden, ehe sie sich von dem [371 Drathe losrissen, und im Wasser aufstiegen, als die an dem andern Drathe. Dies deutete sehr vernehmlich darauf, dafs dieses an *a* entbundene Gas ein weit gröfseres specifisches Gewicht haben müsse, als das an *b* entbundene. Gewohnt, diesen Drath, sobald er aus einem andern der oben angeführten Metalle bestand, jedesmal verkalkt, und zwar durch Zutritt von Sauerstoff verkalkt, zu sehen, kam ich auf die Vermuthung, dafs hier zwar, wie in jenen Fällen, Sauerstoff aus dem Wasser geschieden, erzeugt, wegen der zu geringen Oxydabilität des Goldes aber von ihm selbst nicht aufgenommen werde, sondern so als Gas entweichen müfste, — wozu noch das kam, dafs die Umfänge von Gas, welche die Dräthe *a* und *b* lieferten, ohngefähr in dem nemlichen Verhältnifs zu einander standen, was sie behaupten müfsten, wenn das erste wirklich Sauerstoffgas, und das andere wirklich Wasserstoffgas wäre, — wie man es vom letztern für die Versuche mit Messingdräthen, (und damit, da auch bey Anwendung der übrigen Metalle das nemliche, wie bey diesen geschieht, zugleich für sie mit,) bereits behauptet hatte. Nur das wirkliche separirte Auffangen und eine nähere Untersuchung der beyden erhaltenen Gasarten konnte hierüber entscheiden.

372] Fig. 14. [Tab. V. Fig. 3.] stellt den Apparat vor, dessen wir uns hierzu bedienten. In die gegenüberstehenden Seitenwände einer Schale von Marmor bohrten wir zwey Löcher, und steckten durch jedes, vermittelst Korkstöpfeln, einen der Goldräthe, wie

wir sie vorhin gebraucht hatten. Die Gasgebenden Enden der Dräthe standen einen reichlichen Zoll von einander, und die Dräthe selbst waren, damit nichts von dem Gas, was sich ohne dies auch an andern von jenen Enden entfernteren Stellen, wenn auch minder häufig, entwickelt haben würde, wegen zu kleiner Öffnung der auffangenden Gefäſse seitwärts verloren gehen könne, so weit mit Wachs überzogen, daſs sie höchstens in der Länge eines halben Zolls an jedem Ende frey davon blieben. Darauf wurde das Gefäſs mit Wasser gefüllt, und über das entblöſste Ende jedes Drathes eine oben verschlossene mit Wasser gefüllte Glasröhre so gestürzt, daſs sie es ganz bedeckte, und oben durch ein zur Seite angebrachtes Gestell festgehalten wurde. Noch setzte ich unter jeden Drath ein kleines Glas, um darin, was sich etwan während diesem zu längerer Dauer bestimmten Versuch, von Goldkalk u. s. w. zeigen könnte, aufzufangen. Jetzt brachte ich den Knopf des Drathes linker Hand, *a*, mit dem Zink der Batterie, den des Drathes rechter Hand *b* aber mit dem Silber derselben,
373] in Verbindung, und lieſs so die ganze Vorrichtung ruhig bis zum andern Morgen stehen. Gleich bey der Schlieſsung der Kette zeigten sich die Bläschen an beyden Dräthen auf die gewöhnliche Art, und bildeten in jeder der übergestürzten Glasröhren einen ununterbrochenen Strom, der sich oben in einem gemeinschaftlichen Raume sammelte. Nach sechszehn Stunden hatte sich bereits so viel angehäuft, daſs es der Mühe lohnte, den Apparat aus einander zu nehmen. Die Volumina der Gasarten *S* und *W*, welche *a* und *b* geliefert hatten, standen ohngefähr im Verhältniſs von $1 : 2\frac{1}{2}$ zu einander, also fast in demselben,

in welchem sich Sauer- und Wasserstoffgas, das von der Zersetzung einer gewissen Menge Wasser herrührte, zeigen würde.

Das Gas *S*, was dem Maaſse nach etwan $\frac{1}{3}$ Cubikzoll betragen mochte, brachte ich in eine enge Röhre, und darauf ein Stück guten Phosphor in dasselbe. Anfangs zeigten sich schwache Dämpfe, nach und nach aber wurden sie stärker, und zu gleicher Zeit stieg das Wasser in der Röhre sehr schnell in die Höhe. Schon nach $\frac{1}{2}$ Stunde war gegen die Hälfte des Gases verzehrt, und nach 6 bis 8 Stunden fand es sich fast auf $\frac{1}{3}$ des anfänglichen Volumens zurückgebracht, welcher Rückstand nun in der Folge keine weitere Verminderung mehr erlitt. Dieses Gas war also weit unterschieden von dem, was das Wasser beym Auspumpen, Auskochen...., geliefert haben würde; es hielt in der That so viel Sauerstoffgas, daſs man den Rückstand fast für nichts, als für denjenigen Antheil von Stickstoffgas, der sich aus dem Wasser, unter welchem der ganze Versuch angestellt wurde, mit losgerissen habe, halten konnte. Vielleicht aber, daſs er neben diesem auch noch etwas Wasserstoffgas enthielt.

Das Gas *W*, dem Maaſse nach wohl fast 1 Cubikzoll, für sich Blasenweise in atmosphärische Luft gelassen, und in diesem Augenblick mit einem Licht entzündet, verknallte mit der von jedem andern Wasserstoffgas unter gleichen Umständen gewohnten Heftigkeit, und eben so in bestimmten Verhältnissen mit Sauerstoffgas, oder atmosphärischer Luft gemischt. Anderes sehr reines bey der Zersetzung des Wassers durch Schwefelsäure und Eisen erhaltenes Wasserstoffgas, in dem nemlichen Verhältniſs mit letztern Luftarten ge-

mischt, verpuffte hörbar genau mit derselben Stärke. Unser Galvanisches Gas *W* verhielt sich also diesem Versuch zu Folge ganz wie Wasserstoffgas, und was vorher bloſse Vermuthung war, war jetzt gewiſs, nemlich, daſs unsere Galvanische Batterie wirk-
375] lich das Wasser zersetzt, und seine Bestandtheile als Wasserstoffgas und Sauerstoffgas dargestellt habe.

Gedrängt von anderen Versuchen ist es mir noch nicht möglich gewesen, die bey einer längern Wiederholung dieses Versuchs erhaltenen gröſseren Quantitäten von Gas umständlicher zu untersuchen, und so zu finden, ob das Gas *S* ganz frey von Wasserstoff und umgekehrt das Gas *W* ganz von Sauerstoffgas frey sey, wie ich, entfernten Gründen zu Folge, fast nicht glauben sollte. Nur so viel kann ich von dieser Wiederholung bemerken, daſs beyde Gasarten ihrem Umfange nach genau wieder dasselbe Verhältniſs beobachteten, wie in dem ersten Versuche. Unser Galvanisches Wasserstoffgas war übrigens gänzlich geruchlos, und also von den fremdartigen, sich sonst diesem Gas bey andern Bereitungsarten wohl beymischenden metallischen.... Theilen, wahrscheinlich ganz befreyt. Auch am Sauerstoffgas war nichts von Geruch zu bemerken.

In dem unter *a* gesetzten Gläschen fand sich nach der Beendigung beyder Versuche nichts vor; an dem Drath selbst, der sich, wenn er von Zink, Messing, u. s. w. gewesen wäre, sehr bald verkalkt haben wür-
376] de, zeigte sich keine Spur von Verkalkung, und seine Oberfläche hatte nur etwas Weniges die Farbe ihres Glanzes geändert, — was indeſs wohl mehr von dem, dem verarbeiteten Gold immer beygemischten

Antheil Kupfer, als von dem Golde selbst, herrühren möchte. An dem Drath *b* hingegen fand sich eine gelbröthliche, geschmacklose, und zwischen den Zähnen etwas knirschende Substanz vor, von der auch etwas in das untergesetzte Gläschen herabgefallen war; ihre Quantität war aber vor der Hand noch zu geringe, als dafs sie eine nähere Untersuchung erlaubt hätte. Vielleicht, dafs diese Substanz, zum Theil wenigstens, von einem besondern Einflufs der Batterie auf das den Drath nach hinten umgebende Wachs herrührte, da sie sich in dessen Nähe fast häufiger, als vorn an der Spitze des Drathes, zu zeigen schien, und überdies auch bey einem Gegenversuch wegblieb, wo ich unüberzogene Dräthe unter Wasser mehrere Stunden lang in der Kette bleiben liefs. Doch werden erst fernere sorgfältigere Versuche dies entweder bestätigen, oder im entgegengesetzten Falle berichtigend widerlegen können.

Noch brachte ich in einem ähnlichen Apparat, wie Fig. 14. [Taf. V. Fig. 3.,] beyde Drathenden ganz nahe zusammen, und liefs die von beyden erzeugten Gasarten in ein gemeinschaftliches Gefäfs steigen. Die nach längerer Zeit so aufgesammelte Luft verpuffte [377 in verschlossenen Gefäfsen, auf schickliche Weise entzündet, ganz so, wie eine ähnliche Mischung aus jedem andern Sauer- und Wasserstoffgas. Hier kam durchaus nichts Fremdes hinzu, was zur Vermittelung ihrer Zersetzung beygetragen hätte. Einzig aus ihnen wurde das wiederhergestellt, aus dem sie vorher beyde entstanden waren, das ist — Wasser.

So war es nun aufser Zweifel gesetzt, dafs die Gasarten, welche die beyden Golddräthe in den vori-

gen Versuchen gaben, — oder wenigstens die prädominirenden gröfseren Theile derselben — Sauer - und Wasserstoffgas waren. — Doch stellten nicht blofs Dräthe von Gold beyde Bestandtheile des Wassers in Gasgestalt dar. Auch war es nicht nöthig, dafs die beyden Dräthe, welche die beyden Gasarten lieferten, genau von dem nemlichen Metall waren; der Sauerstoff des Wassers erschien allemal in Gasgestalt, sobald nur der mit dem Zink des Apparats verbundene Drath von der Art war, dafs er selbst keine Verkalkung dabey erleiden konnte; der andere das Wasserstoffgas liefernde konnte dann von Zink, Zinn, Kupfer, Kohle, Reifsbley, oder von einer den Galvanismus leitenden festen Substanz seyn, was es auch für eine seyn
378] mochte, — auf dieselbe Art, wie in den Versuchen, wo *a* verkalkbarerer Natur war, die Natur dieses Drathes *b* nicht den geringsten Einflufs hatte auf die Verkalkung von *a*, die allemal durch ihn selbst schon möglich seyn mufste. — Bestanden *a* und *b* aus zwey Stücken gut leitender Kohle, aus Reifsbley, oder krystallisirtem Braunsteinkalk, so hatte die Erscheinung beyder Bestandtheile des Wassers in Gasgestalt ebenfalls aufs Vollkommenste Statt, und eben so, als ich statt *a*, indefs *b* Gold, Kohle, Reifsbley, Braunsteinoxyd, oder auch irgendeine der im Vorigen erwähnten oxydirbareren Substanzen war, einen kleinen Blechstreifen von Platina anwandte.

Bey übrigens gleichen Umständen geht, analog dem, was ich oben bey den Versuchen, wo der mit dem Zink verbundene Metalldrath sich verkalkt, auch in den letzteren Versuchen, wo beyde sogenannte Bestandtheile des Wassers iu Gasgestalt erscheinen, die Entwickelung derselben um so stärker vor sich,

je **näher** sich beyde Dräthe sind, hört aber bey der **Berührung** beyder sogleich **auf.** Bey gleicher Nähe der Dräthe geht die Entwickelung des Wasserstoffgases, und somit der ganze Procefs, um so schneller vor sich, je gröfser die Verwandtschaft des den Sauerstoff entwickelnden Drathes zum Sauerstoff selbst ist; bey derselben Batterie also ist der Procefs am heftigsten [379 bey Dräthen von Zink, schwächer bey Dräthen von Gold, und am schwächsten bey zwey statt der Dräthe angewandten Stücken krystallisirten Braunsteinkalks. Ferner ist er bey gleicher Batterie, gleicher Nähe der Dräthe, und gleicher Natur dieser Dräthe selbst, um so stärker, je höher, und um so schwächer, je niedriger die Temperatur des zwischen den Dräthen befindlichen Wassers ist. Auch der Grad der Wärme der Batterie selbst schien ähnlichen Einflufs auf gedachten Vorgang zu haben. Eine eben zusammengesetzte Batterie, zu der die Pappen mit heifsem Salzwasser angefeuchtet waren, war in den ersten Stunden allemal wirksamer, als nach der Abkühlung des Ganzen, ein Unterschied, welcher wegfiel, wenn ich die Pappen mit kaltem Salzwasser genäfst hatte. Uebrigens ist keinesweges die ganze Stärke der Batterie dazu nöthig, um die beschriebenen Phänomene hervorzubringen. Ich habe in Fig. 13. [Tab. V. Fig. 2.] an *a* und *b*, wenn beydes Golddräthe waren, sich die beyden Gasarten schon bey einer Batterie aus sechs Lagen Silber, Zink und Pappe entwickeln sehen, und die Verkalkung des Zinks, wenn *a* und *b* welcher war, ist mir sogar schon bey einer aus vier Lagen dergleichen gelungen. Freylich geht alles hier sehr langsam vor sich, und ist spät merklich, aber doch ist es da.

Die Hauptbedingung für die Möglichkeit der [380

Erzeugung der oftgenannten beyden Gasarten, oder in dem andern Falle, der Erzeugung der einen und der Verkalkung des Metalls durch die andere im Moment ihres Entstehens, ist, was die Röhre Fig. 13. [Tab. V. Fig. 2.] betrift, eine endliche Entfernung der Enden der beyden Dräthe von einander, eine Entfernung, die bis zu großen Weiten wachsen kann. Die Producte der beyden Dräthe sind dieselben, die man bey der sogenannten Zersetzung des Wassers erhält, Oxygen und Hydrogen. Jedem Atom entbundenem Oxygen muſs ein Atom entbundenes Hydrogen correspondiren, und beyde machten in der Vereinigung vorher Ein Atom Wasser, und nicht mehr, aus. Kann sich aber das nemliche Atom Wasser in einem und dem nemlichen Augenblicke zugleich an diesem und wieder an jenem Drathe befinden? — Und doch müſste das der Fall seyn, wenn beyde Gasarten, beyde Stoffe, das Oxygen und Hydrogen, von einer wirklichen Zersetzung des Wassers herrührten. Dies war die Betrachtung, die mich auf die Frage brachte, ob wohl die zwischen *a* und *b* in Fig. 13. befindliche Schicht Wasser für die Erzeugung beyder Stoffe ganz zufällig sey, und somit zu weiter nichts diene, als bloſs zwischen *a* und *b* die leitende Verbindung zu unterhalten, der Vorgang von *a* also ganz unabhängig von dem an *b*, 381] kurz das Ganze überhaupt lieber alles andere, nur keine Zersetzung des Wassers, zum Grunde habe? — Diese Fragen waren beantwortet, sobald es mir gelang, beyde Wassercylinder, den der *a*, und den der *b* umgab, durch einen dritten Körper von einander zu trennen, der vom Wasser verschieden, nicht vermögend ist, eine Wasserzersetzung in sich zu unterhalten, folglich auch nicht eine auſser ihm beginnende fortzu-

pflanzen, und damit für eine solche schon vorhandene, nur — obgleich sich niemand wohl so etwas schwerlich je wird vorzustellen vermögen — vertheilte, nicht fähig ist zum Communicator werden zu können.

Wir füllten zu diesem Zweck zwey unten mit Korkstöpfeln, durch deren jeden ein Golddrath ging, verwahrte Glasröhren mit Wasser, verstopften sie oben gleichfalls, und verbanden das Wasser beyder Röhren durch einen dritten Golddrath, der durch diese beyden obern Stöpfel hindurch ging, und brachten beyde Röhren auf die gewöhnliche Weise in die Kette. Die Gasentwickelung nahm sehr schnell ihren Anfang, aber keinesweges blofs an den innern Enden der beyden äufsern Dräthe, auch an denen des, das Wasser der Röhre verbindenden, mittleren Drathes hatte sie Statt, und zwar war, wenn man die beyden Röhren *A* und *B*, die drey Dräthe aber *a*, *b*, und *c*, nennt, und [382 sich das äufsere Ende des Drathes *a* in der Röhre *A* mit dem Zink, das äufsere Ende des Drathes *c* in *B* aber mit dem Silber der Batterie in Verbindung denkt, in der Ordnung, dafs das in *A* befindliche Ende von *a* Sauerstoffgas, das von *b* Wasserstoffgas, das andere von *b* in *B* befindliche wieder Sauerstoffgas, und das in *B* von *c* befindliche wieder Wasserstoffgas, gab. So hatten wir also in jeder Röhre wieder Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zugleich, und der Golddrath, oder wie fernere Versuche lehrten, Dräthe und Stangen von irgend einem andern festen Galvanischen Leiter, waren nicht die Körper, mit denen wir als Zwischenmittel unsern Zweck hätten erreichen können. Unter den flüfsigen also mufsten die Körper vorkommen, die zu unserm Vorhaben geschickt waren, auch mufsten sie so viel wie möglich von Wasser befreyt seyn.

Weingeist und Schwefeläther, die ich anfangs dazu anwenden wollte, gaben zwar, in der Röhre Fig. 13. in die Kette gebracht, wenn sie recht wasserfrey waren, keine Spur von Gas, und insofern wären sie sehr tauglich zu Medien, wie wir sie forderten, gewesen, aber diese Flüſsigkeiten leiteten in unserer Kette nicht. Concentrirte alkalische Flüſsigkeiten leiteten zwar, aber es hatte auch die Gasentwickelung wieder
383] mehr oder weniger Statt. Und so blieben mir bloſs die Säuren übrig. Ich wuſste bereits aus Versuchen, daſs Schwefel- und Salpetersäure schon im Zustande einer beträchtlichen Verdünnung mit Wasser, wie sie im officinellen Vitriolgeist und Scheidewasser vorkommen, in der Röhre Fig. 13., (und *a* und *b* beyde von Gold,) unserer gewöhnlichen Batteriekette ausgesetzt, beträchtlich weniger Gas aus sich erzeugen lieſsen, als sich unter gleichen Umständen in bloſsem Wasser zeigte, und doch war kein Unterschied in Hinsicht der Leitung des Galvanismus zwischen ihnen und dem Wasser zu bemerken. Dies brachte mich auf die Vermuthung, daſs diese Säuren im concentrirteren Zustande ihr Leitungsvermögen beybehalten würden, ohne doch durch jene Golddräthe einiges Gas aus sich entwickeln zu lassen; und so war es wirklich. In der Röhre Fig. 13. erschien, als ich sie mit concentrirter, rectificirter, weiſser Schwefelsäure gefüllt, und zwischen die beyden zuleitenden Dräthe der Batterie gebracht hatte, an keinem der beyden Golddrath-Enden auch nicht eine Spur von Gas, und doch war die Leitung aufs vollständigste vorhanden, indem in einer zweyten ähnlichen, aber mit Wasser gefüllten, an diese gebrachten Röhre die Gasentwickelung auf die bekannte Weise ungestört anfing und fortging. Der Körper,

den ich suchte, war also gefunden, und es kam [384 nun bloſs noch darauf an, ihn schicklich anzuwenden.

Ich fand hierzu den Apparat Fig. 15. [Tab. V. Fig. 4.] sehr geschickt. In die dort auf einem Gestell eingeschraubte, in Gestalt eines V gekrümmte, auf jeder Seite etwan zwey Zoll hohe, Glasröhre *a b*, brachte ich, vermittelst eines Trichters, von der genannten concentrirten Schwefelsäure so viel, daſs jeder Schenkel der Röhre damit bis zur Hälfte angefüllt war, ohne jedoch dabey etwas von der Säure unbehutsamer Weise an die innern obern Wände der Röhre gebracht zu haben. Jetzt lieſs ich nach und nach so viel destillirtes Wasser tropfenweise bald in diesem bald in jenem Schenkel der Röhre auf die Säure langsam herabflieſsen, daſs sie ganz davon bedeckt wurde, ohne sich doch damit zu vermischen, und füllte auf diese Art die beyden Schenkel der Röhre endlich ganz damit an, — eine Arbeit, die mir mehrmals so gut gelang, daſs selbst mit Lacmus gefärbtes Papier in dem obern Theile dieses aufgegossenen Wassers keine Veränderung mehr erlitt. Ich schloſs hierauf die Oeffnungen dieser Röhre mit Korkstöpfeln, durch deren jeden ein Golddrath so weit in das Wasser hineinging, daſs zwischen ihm und der Säure noch ein beträchtlicher Zwischenraum übrig blieb. Nachdem dies alles geschehen war, ver- [385 band ich den Knopf des Drathes *a* mit dem Zink, und den von *b* mit dem Silber der Batterie. Im Augenblick der Schlieſsung der Kette fing der Oxygendrath (*a*) sowohl, wie der Hydrogendrath (*b*), an, Gas zu geben, ohne daſs sich innerhalb der Röhre zwischen *a* und *b* irgendwo noch welches gezeigt hätte, und diese Entwickelung dauerte fort, so lange man die Kette geschlossen erhielt. Es war mir also wirklich gelun-

gen, durch den Versuch darzuthun, daſs die beyden entbundenen Gasarten, deren gewichtige Grundlagen man bis daher gewöhnlich als heterogene Bestandtheile eines und desselben Wassers angesehen hatte, keinesweges von einer Zersetzung des Wassers, wie man nach der neuern chemischen Theorie wohl glauben möchte, sondern durchaus von zwey ganz von einander verschiedenen Processen, herrührten, deren jeder für sich isolirbar sey, und auf keine Weise mit dem andern zusammenhänge.

Für den, der sich etwan in diesen Versuchen irgend noch eine reelle Communication des Wassers des einen Schenkels mit dem des andern durch die zwischen beyden befindliche Schwefelsäure möglich denken sollte, kann man dieselben dadurch noch überzeugender machen, daſs man beyde Schenkel von einander trennt, die untern Enden derselben mit 386] Stöpfeln verwahrt, durch diese ebenfalls wieder Golddräthe steckt, deren obere Enden aber noch weit genug von dem über der Säure befindlichen Wasser entfernt bleiben müssen, und dann beyde unten durch einen dritten Drath oder festen Leiter von jeder beliebigen Art und Länge mit einander verbindet. Die Entwickelung beyder Gasarten wird hier (Fig. 18. [Tab. V. Fig. 7.]) eben so vollkommen und ungestört von Statten gehen, als es nur im vorigen Versuche irgend möglich war, und doch ist hier auf keine Weise an eine reelle Communication des Wassers in *a* mit dem in *b* zu denken.

Man sah in den vorigen Versuchen beständig beyde Stoffe, Oxygen und Hydrogen, zugleich entbunden werden, und so könnte man selbst, wenn man überzeugt wäre, daſs ihre Erscheinung keinesweges in einer

Zersetzung des Wassers ihren Grund hätte, doch glauben, daſs die Erscheinung des einen so an die des andern gebunden wäre, daſs sich nie eines ohne das andere zeigen könnte. Aber auch hierauf läſst sich leicht antworten; man hat dazu nichts nöthig, als jede der Röhren *a* und *b* in Fig. 18. einzeln anzuwenden. In der Röhre Fig. 16. [Tab. V. Fig. 5.] wird nur der Drath *a* Gas entwickeln, und zwar das ganz gleiche mit dem, was dieser Drath in Fig 13. liefern würde, wo beyde Dräthe welches erzeugen können, d. i., Sauerstoffgas. So wird sich auch in Fig. 17. [Tab. V. Fig. 6.] bloſs an *b* welches ent- [387 binden, und auch dies wird wieder ganz dem gleichen, was der Drath gleiches Namens in Fig. 13. erzeugen würde, d. i. Wasserstoffgas.

In diesem Versuch erzeugt man nur einmal Sauerstoffgas, und nur einmal Wasserstoffgas allein; aber man kann dies so viele Male wiederholen, als man will. In Fig. 19. [Tab. V. Fig. 8.] z. B. sind drey solche Röhren, wie Fig. 16. oder 17., mit einander verbunden. Alle Dräthe, an deren Enden sich Wasserstoffgas entbindet, stehen hier in Schwefelsäure, wo sich keines, überhaupt nichts, entbinden kann. Die Sauerstoffdräthe hingegen sind sämmtlich in reinem destillirten Wasser, so gut wie in Fig. 13. Sobald man nun den Knopf des obersten Drathes *a* mit dem *a*-Haken, und den des untersten *b* mit dem *b*-Haken der Batterie verbindet, fängt an allen gleichnamigen Dräthen *a*, *a*, *a*, sogleich die Erzeugung von Gas, und zwar von Sauerstoffgas, an, indeſs die Dräthe *b*, *b*, *b*, sämmtlich ruhig sind. Verbindet man hingegen den Knopf des obern Drathes *a* mit dem Silber, d. i. mit dem *b*-Haken, und den des un-

tern *b* mit dem *a*-Haken der Batterie, so entwickeln die Dräthe *a*, *a*, *a*, alle nichts wie Wasserstoffgas, indeſs an den Dräthen *b*, *b*, *b*, völlige Ruhe herrscht. — Die Vervielfältigung dieser Röhren
388] läſst sich gewiſs ins Unbestimmte vermehren, und es könnte bey hinlänglicher Geduld nicht schwer fallen, in einer aus 100 einfachen Ketten zusammengesetzten Galvanischen Kettenkette gegen 1000 Mal, das eine Mal nichts wie Sauerstoffgas, das andere Mal hingegen nichts wie Wasserstoffgas zu erzeugen, indem man dazu nichts weiter nöthig hätte, als die Batterie so zu construiren, daſs man statt eines jeden Stückes feuchter Pappe, die doch im Grunde dem Wasser zwischen *a* und *b* in Fig. 13. völlig gleich gilt, 10 solche nach dem Schema der Fig. 19. mit einander verbundene halb mit concentrirter Schwefelsäure, und halb mit Wasser gefüllte, und mit Golddräthen versehene Glasröhren brächte, von denen, im Fall, daſs alle Gasgebenden Dräthe Sauerstoff erzeugen sollen, bloſs die eine an dem jedesmaligen Zink zunächst liegende Röhre auf dieser Seite, die im genannten Fall überall gleich liegt mit der, auf welcher sich in den sämmtlichen Röhren das Wasser befindet, statt des Golddrathes mit einem gleichen aus Zink versehen zu seyn brauchte, um nicht durch jenen Golddrath jede einzelne Kette in Gold, Silber, Zink, Gold, zu verwandeln; eine Verbindung, die nach dem längst von mir aufgestellten Gesetze, daſs in längeren nicht durch flüſsige Körper unterbrochenen Reihen fester Galvanischer Leiter ihr Beytrag zur Wirksamkeit der Kette
389] sich verhält, wie die der beyden äuſsersten Leiter in unmittelbarer Berührung, unter welchen Umständen aber diese durchaus nichts geben; — — nur

dafs auf diese Weise von den 1000 Oxygenerzeugungen, welche Statt haben, nur 900 zu Gasentwickelungen werden, indefs bey den übrigen 100 das Oxygen sogleich mit dem Zink, an dem es sich erzeugt, wieder zum festen Product, zu Zinkkalk, zusammentritt; — aber Wasserstoffgas wird sich unter diesen Verhältnissen nicht Einmal zeigen. Wäre im Gegentheil der mit dem Wasser gefüllte Theil der Röhre überall dem Silber der einzelnen Ketten zugekehrt, doch so, dafs auch hier der nächst dem Zink jeder zur Batterie gehörigen Kette liegende, und hier nicht ins Wasser, sondern in die Schwefelsäure, zu stehen kommende Drath der ersten Röhre, nicht von Gold, sondern, wie im vorigen Falle, von Zink ist, so würde man begreiflich nichts, wie lauter Hydrogenerzeugungen, haben, und dieses Hydrogen würde allemal im Gaszustande erscheinen, da selbst der verschiedenartigste Leiter des Galvanismus, sobald er nur fester Natur ist, keine Verbindung mit demselben hat bemerken lassen, die auch nur irgend einmal so bedeutend wäre, dafs sie bey dem Grade von Wirkung, der in einer solchen Batterie Statt haben mufs, das erzeugte Hydrogen gänzlich wieder wegnehmen, und so dessen Erscheinung für den Sinn völlig latent machen könnte. —

So ist es also durch Versuche nun nicht blofs [390 auf das Vollständigste erwiesen: dafs die bey der Einwirkung des verstärkten Galvanismus auf Wasser erzeugten beyden Gasarten, das Hydrogen wie das Oxygen, keineswegés von einer sogenannten Zersetzung des Wassers herrühren können, sondern überdies noch: dafs auch die Erzeugung jeder einen

Gasart ein Procefs sey, der ganz und gar nicht mit dem der Erzeugung des andern zusammenhänge, sondern, dafs beyde durchaus ganz unabhängig von einander, und einzeln, Statt haben können.

Wie wichtig dies alles einst werden müsse, wenn sich ausweisen wird, dafs jede Erzeugung von Oxygen und Hydrogen unter Umständen, wo man sie für das Product einer Zersetzung des Wassers ausgab, und somit überhaupt alles, was man bisher mit diesem Namen belegte, nichts als das Product eines rein Galvanischen Processes sey, ja dafs alle chemischen Processe, als, um noch in der bisherigen Sprache zu reden, sich alle in Oxy- und Desoxydationsprocesse auflösend, und so wieder einzig durch sogenannte Wasserzersetzung vermittelt werdend, nichts als bald so, bald anders, verkleidete Galvanische Processe seyen, — bedarf keiner näheren Erläuterung. Die er-
391] zählten Versuche selbst sind zu merkwürdig, als dafs sie nicht die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregen sollten. Der tiefe Sinn wird ihnen nicht entgehen können, der darin enthalten ist, und ihrem gemeinschaftlichen Fleifse wird die Chemie wie die Physik recht bald eine Revolution zu verdanken haben, die, grofs und schön, wie sie seyn wird, der redliche Forscher längst schon ahnen mufste.

Die im Vorigen erzählten Versuche beschäftigten sich einzig mit der sogenannten Zersetzung des Wassers als solcher. An dem einen mit dem Zink der Batterie verbundenen Drathe der Röhre entstand in Fig. 13. allemal Oxygen, und an dem mit dem Silber derselben verbundenen Hydrogen. Aber eben dieses sind zwey Potenzen, durch welche eine Menge andere che-

mische Processe, ja man kann sagen, schlechthin alle, die merkwürdigsten und gesetzmäfsigsten Modificationen erleiden. Am ersten Drath werden Oxygenationsprocesse eingeleitet, und vorhandene beschleunigt werden, die vorher nicht, oder doch in schwächerem Grade, Statt hatten; am andern hingegen werden vorhandene Processe dieser Art, nach Maafsgabe der Stärke der Wirkung, bald retardirt, bald ganz aufgehoben werden, ja sie werden selbst in den entgegengesetzten übergehen, oder ein schon vorhandener Procefs wird ebenfalls beschleunigt, oder im Fall gar nichts da war, überhaupt erst eingeleitet werden [392 müssen. Es wäre zu weitläuftig, hier anzugeben, wie sich alle jetzt noch folgende Phänomene aus den oben angegebenen Grundphänomenen ableiten lassen, und wie ich sie vor der Anstellung des jedesmaligen Versuchs daraus wirklich so abgeleitet habe, dafs sie die Folge allemal wirklich bestätigte; dies wird an seinem Orte umständlich geschehen. Blofs ihrer selbst will ich mit wenigem erwähnen.

War Fig. 13. mit verdünnter Salpetersäure gefüllt, und *a* und *b* von einem in dieser Säure auflöslichen Metalle, z. B. von Kupfer, so fingen auch aufserhalb der Kette beyde Dräthe sogleich an, in gleichem Grade sich in der Säure unter Entwickelung von Gas aufzulösen. Brachte ich die Röhre in diesem Zustande in die Kette, so wurde alsbald die Auflösung des Kupfers, und die Gasentwickelung auf der Seite *a*, zusehends verstärkt, auf der Seite *b* hingegen eben so deutlich geschwächt, oder gar aufgehoben.

In Fig. 13. mit schwefelsaurer Kupferauflösung gefüllt, steckten die beyden Dräthe *a* und *b* von Eisen. Aufser der Kette begann sogleich die Niederschlagung

des metallischen Kupfers auf beyde Dräthe in gleichem Grade. In der Kette aber nahm schnell die Nieder-
393] schlagung auf der Seite *a* zu, auf *b* hingegen ab, so dafs nach kurzer Zeit *a* mit einer starken Kupferhülse, *b* hingegen nur mit einem dünnen Beschlag, umgeben war.

Ist Fig. 13. mit derselben Kupferauflösung gefüllt, *a* und *b* aber aus Kupfer, so wird aufserhalb der Kette in der Röhre alles in Ruhe bleiben. In der Kette hingegen wird sich *a* sogleich anfangen zu oxydiren, und in der Flüfsigkeit aufzulösen, indefs an *b* sich Kupfer aus Kupferauflösung auf Kupfer metallisch niederschlägt.

Ist *a* und *b* von Silber, und die Röhre mit salpetersaurer Silberauflösung gefüllt, so wird unter gleichen Umständen das Silber *a* sich oxydiren (und auflösen), an *b* aber Silber aus Silberauflösung auf Silber sich metallisch niederschlagen.

Ist die Röhre mit schwefel- oder salzigtsaurer Zinkauflösung gefüllt, und *a* und *b* auch von Zink, so oxydirt sich *a*, indefs an *b* Zink aus Zinkauflösung auf Zink metallisch anschiefst.

Aber nicht blofs mit gleichen Metallen, auch wenn die Materie der Dräthe an Oxydabilität der in der
394] Säure der Flüfsigkeit aufgelösten weit, ja ganz, nachsteht, hat diese Niederschlagung Statt. Solche Fälle sind:

a und *b* = Kupfer; Inhalt der Röhre = Zinkauflösung.

a und b = Silber; Inhalt der Röhre = Zink- oder Kupferauflösung.

a und *b* = Gold; Inhalt der Röhre = Zink- oder Kupfer- oder Silberauflösung.

In allen diesen Fällen schlug sich am *b* - Drath das Metall der Auflösung metallisch nieder, indefs *a* sich oxydirte, und nach Beschaffenheit der Säure die Auflösung mit ihm bald zum festen, bald zum flüfsigen Product überging, oder im Fall *a* und *b* von Gold waren, dieses ebenfalls nach Beschaffenheit der Säure, oder was durch Zusatz von Sauerstoff aus ihr werden konnte, bald gleichfalls oxydirt und aufgelöst wurde, bald unangegriffen blieb, und in diesem Fall Sauerstoffgas gab. Wasserstoffgaserzeugung hatte in den genannten Versuchen nach Beschaffenheit der Umstände, bald nicht, bald nur schwach, Statt.

Zur Erhaltung dieser Resultate war es so wenig, wie bey der blofsen sogenannten Wasserzersetzung, nöthig, dafs beyde Dräthe aus einerley Metall bestanden; *a* erlitt die nemliche Veränderung, [395 *b* mochte dieses oder jenes Metall seyn, und so ging auch an *b* dasselbe vor, *a* mochte eins mit *a*, oder noch so verschieden von ihm, seyn.

So hatte auch um des Erfolgs für *a* (oder *b*) willen, b (oder *a*) nicht nöthig, mit *a* (oder *b*) in derselben Flüfsigkeit zu stehen. Ja der ganze Procefs liefs sich sogar auf dieselbe Art theilen, wie ich es oben mit der sogenannten Wasserzersetzung in Fig. 15 und 18. that, und jede Hälfte darauf sich wieder für sich allein nehmen, und zwar einmal, wie in Fig. 16 und 17., oder mehrmal, wie in Fig. 19. Kurz, durch alle Erscheinungen herrschte ein und dasselbe Gesetz.

Wie viel diese chemischen Paradoxieen zur Erläuterung so mancher bisher sogenannten Verwandtschaftanomalieen beytragen müssen, wird jedem von selbst einleuchten; der Physiolog darf sich freuen, an Plätzen, wo sich freyer und genauer darüber experi-

mentiren läſst, das wieder zu finden, was ihm bis dahin bloſs als Eigenthümlichkeit des Organischen bekannt war, wie Assimilation des Homogenen, totale Umkehrung der gewohnten Ordnung der chemischen Verwandtschaften, u. s. w., und der denkende Experimentator endlich wird wissen, was ihm durch diese wenigen Erscheinungen schon angedeutet sey, und wie
396] unendlich viel er von nun an noch zu suchen und — zu finden habe.

Ash giebt S. 294. dieses Magazins an, daſs man in England Lacmustinctur, mit der eine Röhre Fig. 13. gefüllt war, an dem *a* - Drathe, wenn er von Kupfer war, nach längerem Einfluſs der Wirkung der Batteriekette auf sie, geröthet habe. Ich habe bey der Wiederholung das nemliche, und zwar bey Dräthen, von welcher Art sie auch seyn mochten, bemerkt. Allemal wird die Tinctur um *a* herum, nach kürzerer oder längerer Zeit roth, selbst, wenn auch dieses *a* keineswegs während dem Versuch verkalkt werden kann, was der Fall ist, wenn die Dräthe von Gold sind. Ich vermuthete, daſs am *b* - Drathe vielleicht das Entgegengesetzte, d. i. eine Wiederherstellung der blauen Farbe der Lacmustinctur, wenn man sie vorher durch Säuren geröthet hat, Statt haben würde, und wirklich, sie wurde an *b* in kurzer Zeit wieder völlig blau. Äuſserst schwach geröthete Lacmustinctur wurde am *a* - Drath schnell ganz roth, am *b* - Drath hingegen schnell wieder ganz blau. — Merkwürdig und ein Beweis, daſs die Lacmustinctur selbst dabey modificirt werden müsse, ist, daſs in ihr die Gasentwickelung, Verkalkung u. s. w., weit schneller Statt hat, als bey gleicher Batterie und Temperatur der Flüſsig-
397] keit im Wasser. Spuren von wirklich erzeugter

Säure und Alkali, auf welche die Röthe der blauen, und die Wiederherstellung des Blauen der rothen Tinctur zu deuten schien, habe ich so wenig, wie überhaupt eine Veränderung des Wassers, wenn mit diesem die Röhre in Fig. 13. gefüllt ist, bis jetzt noch nicht bemerkt.

Aufser den im Vorigen vorgekommenen Flüfsigkeiten habe ich noch verschiedene andere der Wirkung der Galvanischen Batterie ausgesetzt. In ganz wasserfreyem Weingeist (Alkohol), und in Schwefeläther, erschienen mir nie Gasbläschen; doch habe ich oben schon angeführt, dafs diese Flüfsigkeiten die Action der Batteriekette isoliren, und so nichts liefern. Ersterer nur mit $\frac{1}{12}$ Wasser gemischt aber, gab schon welche, und um so mehr, je mehr man ihm Wasser zusetzte. Eben so ging es mit dem Aether, wenn er vorher eine Zeitlang mit Wasser geschüttelt worden war. In den concentrirten Auflösungen der reinen (ätzenden) Alkalien war, (*a* und *b* in Fig. 13. = Gold) starke Gasentwickelung da, vorzüglich heftig aber, weit heftiger, wie gewöhnlich im Wasser, war sie im Ammoniak. In concentrirter Schwefelsäure erschien nichts, eben so wenig in ähnlicher Salpetersäure; mit Wasser verdünnt aber gaben beyde Gas; doch nur wenig. In starker salzigter [398] Säure gab blofs der *b*- Golddrath häufiges Gas, wahrscheinlich Wasserstoffgas. Es ist überhaupt wahrscheinlich, dafs die genannten Säuren und Alkalien (vielleicht auch Aether und Weingeist) selbst, hierbey Änderungen, Zersetzungen, u. s. w., erleiden, wenigstens läfst dies die auffallende Ungleichheit in der Menge und der Gröfse der Gasbläschen vermuthen, die an einem oder beyden Golddräthen erscheinen, und die bey jeder Flüfsigkeit fast eine andere ist, — aber vermittelt mögen diese Zersetzungen durch das Wasser allerdings wohl erst werden müssen. — Mit alkalischen und erdigten Neutral und Mittelsalzen habe ich noch keine Versuche angestellt, aufser mit salzsaurem Kali (*muriate de potasse oxigené*), in dessen Auflösung, wenn *a* und *b* in der bekannten Röhre von Gold sind, *a* schwach oxydirt wird, indefs *b* etwas Gas (Wasserstoffgas?) erzeugt.

Wärme, deren Einfluſs auf die Wirksamkeit der Batterie ich schon oben erwähnte, beschleunigt übrigens in allen zum Versuch in Röhren, wie in Fig. 13. genommenen Flüſsigkeiten, den in ihnen angeregten Proceſs jedesmal, oder macht ihn auch wohl erst möglich, wenn er vorher noch fehlte. Kälte derselben hingegen schwächt den vorhandenen, oder hebt ihn auch ganz auf.

* * *

399] Soviel für diesmal. Was ich im Vorigen erzählt habe, ist, das Wenige ausgenommen, was angezeigter Maſsen bloſse Wiederholung dessen war, was ich bereits kannte, sämmtlich Resultat eigener und mit Absicht angestellter Versuche, wie ihre Folge aus einander am besten darthun muſs. Es wird mich nicht wenig freuen dürfen, wenn mehrere, ja viele derselben, auch von Andern, und früher, als von mir, mit demselben Erfolge angestellt wurden. Die Uebereinstimmung oder Verschiedenheit ihrer Resultate von den meinigen wird dieselben bestätigen, oder im letzten Falle uns zur Wiederholung und Widerlegung des Theils veranlassen, welcher Unrecht hatte, und so wird die Wissenschaft auf jede Weise gewinnen. Mangel an Raum und Zeit ist Ursache davon, wenn ich noch manches, was ich gleichfalls beobachtete, vor jetzt entweder überging, oder auch vergaſs. Vollständiger und rechtlicher geordnet, werden diese Versuche, ihre Fortsetzung, und was daraus folgt, ehestens in Band I. Stück 1. meiner Beyträge z. näh. Kenntn. d. Galv. erscheinen, worauf ich also jeden verweise, dem es um etwas Umständlicheres zu thun ist. — Dies mag zugleich auch alles Uebrige entschuldigen, was zum Nachtheil der Ord-
400] nung dieser Abhandlung aus der Eile entstehen muſste, mit der ich dieselbe des nahen Abdrucks wegen niederzuschreiben genöthigt war.

XI.

Bemerkungen über die Art, auf welche der Zutritt der Luft auf die Wirksamkeit der Galvanisch-chemischen Kette von Einflufs ist; — geschrieben im October 1800 *).

Inhalt.

Der Sauerstoff der Luft wirkt nicht durch unmittelbare Verbindung mit dem oxydirbaren Metall — Er wirkt blofs anziehend auf den Wasserstoff, der von der alle Oxydation begleitenden und vermittelnden Wasserzersetzung herkommt,

*) Anmerkung. Dieser Aufsatz ist ein Fragment, oder vielmehr eine blofse Note, aus einer nachmals ungedruckt gebliebenen, für Gilbert's Annalen der Physik bestimmt gewesenen, gröfsern Abhandlung über die chemischen Wirkungen der Galvanischen Kette und Batterie.

R.

und somit, indem er diese selbst befördert — Ueber den Satz: *Corpora non agunt nisi soluta*, und seine eigentliche Bedeutung — Wie Wärme die Wasserzersetzung bey der Oxydation und in Galvanischen Ketten, mit oder ohne Zutritt der Luft, befördert — Von einigen höheren Ansichten des Wassers und der chemischen Vorgänge mit ihm.

Fabroni *) wie von Arnim **) bemerken, Erfahrungen zu Folge, dafs zu der Beschleunigung der Oxydation des oxydirbareren von zwey Metallen in ihren, der Construction nach den oben erwähnten des D. Ash gleichenden, und somit, wie ich bewiesen habe, ebenfalls auf Galvanische reducirbaren Versuchen, durchaus die Gegenwart der atmosphärischen Luft nothwendig sey, und letzterer folgert sogar, und zwar mit einem Schein von Wahrheit, den nicht leicht einer unserer Chemiker für Täuschung erklären wird, dafs in diesen Versuchen keinesweges das Wasser es sey, welches sein Oxygen an den Zink u. s. w. abtrete, dafs dieses also keine Zersetzung erleide, sondern, dafs das sich oxydirende Metall das hierzu nöthige Oxygen unmittelbar und einzig aus der umgebenden Luft selbst beziehe. Abgesehen indefs davon, dafs es späterhin nun wirklich auf das in die Augen fallendste erwiesen ist, dafs der Galvanismus auch ohne allen Zutritt äufserer Luft das Wasser wirklich zersetzen, ja selbst dann

*) S. [Gilbert's] Annalen der Physik. B. IV. St. 4. S. 43. u. f.

**) S. d. a. O. B. V. St. 1. S. 53. u. f.

zersetzen könnte, wenn, wie in NICHOLSON's Batterieversuch mit Platinadräthen (s. dessen *Journ. of nat. phil. Vol. IV. p.* 185. und [GILBERT's] Annalen B. VI. St. 3. S. 354.), nicht einmal ein Körper vorhanden ist, der sich mit dessen Oxy- (oder Hydro-) gen verbinden, und in dieser Rücksicht vorher anziehend auf ihn wirken, und so überhaupt den ganzen Procefs erst veranlassen könnte; eine Bedingung, die man bisher fast ausschliefslich für die einzige zu halten pflegte, unter der allein Wasserzersetzung möglich wäre; — abgesehen hiervon, und dafs schon dieses Argument allein im Stande wäre, für die Wirklichkeit der Wasserzersetzung auch in den kleinern Versuchen der einzelnen Kette, und was ihr gleich ist, zu beweisen, da diese doch nichts, als ein homogener Theil jenes Ganzen ist, was aus lauter solchen Theilen zusammengesetzt ist, folglich auch vom Theil, nur in einem um so viel geringeren Verhältnifs, als das ist, in welchem der Theil kleiner ist, wie das Ganze, gelten müfste, was von dem Ganzen gilt; — abgesehen, sage ich, von allem diesem, was man erst späterhin erfuhr, und folglich jener damaligen Behauptung zu ihrer Zeit nicht entgegnen konnte, ist es doch indefs nicht so schwer, die Wirklichkeit der Wasserzersetzung für alle Fälle, wo Körper nur unter der Gegenwart von Feuchtigkeit, und zwar von wäfsriger, oxydirt, und unter solchen Umständen durch weitere Einflüfse darin Be- und Verstärkung erleiden, auf klarste darthun. Alle Körper, deren Basis übrigens bey keiner der Temperaturen, die dabey vorkommen, eine Zersetzung erleidet, und die sich für sich in niederen Temperaturen unter Beyhülfe des Wassers oder wäfsriger Feuchtigkeit blofs bey dem Zutritt der Luft oxydiren, werden

es bey hinlänglich (und nach der Natur des jedesmaligen im Versuch begriffenen Körpers verschiedentlich) hoher Temperatur auch ohne denselben thun, und zwar wird man im ersten Falle Verminderung der Luft, die von Absorption des Oxygens dieser Luft herrührt, im letzten aber Erzeugung von Wasserstoffgas, bemerken. Wieder werden sich Körper, die sich beym Zutritt der Luft in vorzüglich starkem Grade oxydiren, auch ohne diesen oxydiren, nur weit schwächer, und im ersten Falle wird wieder bloſs Oxygenverminderung der Luft, im letzten aber ebenfalls wieder Wasserstoffgaserzeugung Statt haben. Zuletzt giebt es Körper, die auch bey Gegenwart der atmosphärischen Luft in niederer Temperatur sich nie, wohl aber bey höherer Temperatur, doch auch hier nur (— vorausgesetzt nemlich, wie vorhin, daſs auſser Wässerigkeit kein anderes Oxygen abgebungsfähiges Mittel mit ihnen in wirksamem Conflict sey —) unter dem Zutritt der äuſsern Luft oxydiren, und es vielleicht nur in der allerhöchsten Temperatur ohne dieselbe, und erst dann unter Entwickelung von Wasserstoffgas, manche aber auch ganz und gar, und unter keinen Umständen, nicht, thun mögen. Zu jeder dieser verschiedenen Arten von Körpern wird man leicht Beyspiele auffinden können, und alle im bisherigen Sinne hierbey unzersetzbare oxydirbare Körper werden sich unter diese Rubriken bringen lassen. Wird denn aber wohl ein Körper *A*, der sich schon ohne den Zutritt der äuſsern Luft oxydirte, und dabey aus dem Wasser Hydrogen entband, dies etwan zu thun aufhören, sobald man nun der vorhin ausgeschlossenen Luft von neuem Zutritt verstattet? — Zugegeben, es sey so, und dies komme, wie man wohl gemeint hat, wirklich daher, daſs etwan der

oxydirbare Körper zum Oxygen der Atmosphäre eine gröſsere Verwandtschaft habe, als zu dem Oxygen des Wassers, und dies, warum? — weil das Oxygen in der Atmosphäre an das Azot bey weitem nicht so stark gebunden, und von ihm zurückgehalten wird, als im Wasser an und von dem Hydrogen. Was würde folgen? — Dieser Körper müſste, geradezu ohne alle Gegenwart von Feuchtigkeit in diese Luft gebracht, sich weit schneller oxydiren, als geradezu ohne alle Gegenwart von Luft in Wasser gebracht. Ob das aber so ist? — Keinesweges. Das so oxydirbare Magnesiummetall z. B., was in Wasser ohne Beytritt der Luft die auffallendste und schnellste mit Hydrogengaserzeugung begleitete Oxydation erleidet, bleibt in ganz trockener Luft so ungeändert, als in irgend einer andern selbst tropfbaren aber oxygenleeren Flüſsigkeit, z. B. in Alkohol. Ja es ist aus allem, was noch von Beobachtungen darüber da ist, fast ausgemacht, daſs ohne Gegenwart von Wasser, wässeriger Feuchtigkeit u. s. w., überhaupt kein fester oxydirbarer Körper, welcher es auch sey, die geringste Verbindung mit dem Oxygen ganz trockener atmosphärischer Luft einzugehen im Stande sey, und somit unter diesen Umständen zum Oxygen der Luft nicht die mindeste sich thätig äuſserungfähige Verwandtschaft habe. Man wird nicht sagen können, das Wasser diene hier als, die Verbindung des Oxygens der Luft mit dem festen Körper dem angenommenen Satze: *Corpora non agunt nisi soluta*, nach, bloſs vermittelndes Glied. Denn erstens würde, da bey der Oxydation z. B. eines Metalls an der atmosphärischen Luft, nach der ältern gewöhnlichen Ansicht, nur das oxydirbare Metall und das oxydirende Oxygen der Atmosphäre die

beyden Factoren des hier vorfallenden Oxydationsprocesses sind, die vorhandene Flüſsigkeit also bloſs als *Solvens*, als den oder die Factoren des Processes *soluta* Erhaltendes, und nicht anders, wirkt, die übrige Natur dieses Solvens, so lange es für das Vorhandene nur überhaupt noch ein solches ist, ganz gleichgültig seyn; Weingeist, Aether, u. s. w., würden gerade dasselbe verrichten können, — was aber, wenn nur diese Flüſsigkeiten wirklich weiter nichts, als was sie seyn sollen, nichts als Weingeist, Aether u. s. w., ohne alle Gegenwart von Wasser sind, ganz und gar nicht der Fall ist. Zweytens wäre es doch wohl endlich einmal Zeit daran zu denken, daſs jener Satz, soviel und wo er uns angeht, am Ende ja selbst weiter nichts sey, als bloſs der verfehlte und viel zu weit und zu oberflächlich genommene Ausdruck ganz derselben Sache, welche neuere Thatsachen dem aufmerksamen Beobachter so sehr auſser Zweifel setzen, der nemlich, daſs zu Oxygenationsprocessen durch das Oxygen der Atmosphäre, (wie zu allen und durch jedes Oxygen bewirkt werdenden, — wir indeſs haben hier zunächst nur von den Processen zu reden, die das angehen, zu dem diese Erörterung bloſs als Anmerkung gehört —), Wasser keinesweges bloſs, (wenn das ja der Fall wäre,) (und eigentlich ganz und gar nicht nothwendig, sondern, wenn es geschieht, mehr zufällig,) als, die wirkenden Factoren auflösendes, und aufgelöst haltendes Mitglied, sondern durchaus als wirklich Mitwirkendes, im Proceſs, von dem die Rede ist, selbst, auf gleiche Weise und in gleichem Grade, als die übrigen Factoren, Begriffenes, beytrage; — es wäre, sage ich, Zeit daran zu denken, daſs jener Satz, so wie er ist, und so allgemein

nur aufgestellt, weil es an einem bessern fehlte, oder man für die in jenem allgemeinen Fall befaſsten, specielleren überhaupt noch keine kannte, sich, nachdem die Erfahrung für einen dieser letztern, den eben, welcher der Gegenstand dieser Anmerkung gewesen ist, wirklich dergleichen gegeben hat, darein, wie alles, was durch die Folge Berichtigung erhält, zu fügen habe, und daſs kein Grund mehr vorhanden sey, dem zu Folge man ihn gegen etwas als bestreitend anwenden könnte, gegen was seine ersten Erfinder mit ihm um so weniger ankämpfen konnten und wollen konnten, da ihnen, was eine neuere Zeit gelehrt hat, völlig unbekannt war; — so daſs sie einst gewiſs die ersten gewesen seyn würden, die dem Schein die Wahrheit vorgezogen und die Reduction ihres so allgemein, wie sie ihn ausdrückten, nur, wie es anfangs bloſs seyn konnte, hypothetisch gültigen Satzes, für bestimmte Fälle auf einen von apodiktischer Gewiſsheit nicht verweigert haben würden.

So ist also, um es nun ins Kurze zu fassen, nichts da, was dem widerspräche, daſs bey Oxydation fester Körper unter Zutritt der atmosphärischen Luft es doch nicht das Oxygen der Luft, sondern des Wassers sey, was diese Körper oxydire, daſs mithin bey jeder solchen Oxydation das Wasser zersetzt werde, und die Verminderung der Luft bloſs daher komme, daſs das aus dem zerlegten Antheil Wasser ausgeschiedene Hydrogen sich mit dessen Oxygen zu neuem Wasser verbindet, was dann, da sein Volumen unendlich kleiner ausfällt, als das des Oxygengases, was zu seiner Bildung einging, nothwendig die Verminderung des concurrirenden Luftraums zur Folge haben muſs. Allem diesem widerspricht nicht bloſs nichts, im Gegentheil

geht alles darauf aus, es aufs beste zu bestätigen. Woher nun aber der Umstand, der eben am ersten Veranlassung dazu gegeben hat, an einen unmittelbaren Conflict des Oxygens der Luft mit dem sich oxydirenden Körper zu denken, der nemlich, daſs die Oxydation eines Metalls...., wenn sie in Wasser ohne Zutritt der Luft bereits Statt hatte, beym Zutritt derselben schneller vor sich geht? — Daſs eine noch gar nicht begonnene unter diesen Umständen überhaupt erst ihren Anfang nimmt? — Die Hauptveranlassung hierzu ist keine andere, als die Ziehkraft, welche das Oxygen der Luft auf das Hydrogen des Wassers ausübt; — ein Argument, dessen groſse Bedeutsamkeit man zeither fast ganz aus den Augen gelassen hat, ohngeachtet es überall die wichtigsten Rollen gespielt hat und noch spielt. Man setze die Energie, mit der das Oxygen im Wasser an dessen Hydrogen gebunden ist, = 10, die, mit der der oxydirbare Körper auf jenes Oxygen wirkt, = 11, so wird sehr deutlich der Proceſs der Oxydation des oxydirbaren Körpers, und die gleichzeitige Desoxydation des Hydrogens im Wasser, vor sich gehen, mit einem Moment = 1. Man lasse noch die atmosphärische Luft mit ihm in Conflict kommen. Ihr Oxygen, überall gegen das Hydrogen jeder Herkunft stärker verwandt, als gegen das Azot der Luft, von der es den andern Theil ausmacht, wirke auf das des Wassers — unter allem Oxydirbaren das, was ihm am nächsten liegt — mit einer Energie = 5. Es ist klar, daſs jetzt der Proceſs, dessen Moment vorhin nur = 1 war, jetzt mit dem Moment 1 + 5 = 6 fortgehen müsse, und alles, was ihn sonst begleitete, wird ihm jetzt in eben diesem vergrösserten Verhältniſs folgen. Vor dem Zutritt der Luft

war die Bildung des Oxyds mit Erzeugung von Hydrogengas begleitet, jetzt aber wird dies aufsenbleiben, indem sich das Hydrogen mit jenem, vorhin gegen dasselbe Affinität äufsernden und dadurch den Procefs befördernden Oxygen der Luft verbindet, und so sich letztere im Volumen um die dem Moment des Processes angemessene Gröfse vermindern. Wieder setze man, bey der gleichen Bindung der beyden Bestandtheile des Wassers = 10, den Grad von Wirkung eines andern, minder, als der im vorigen Versuche, oxydirbaren Körpers = 8; es wird keine Oxydation Statt haben; das Oxygen des Wassers wird mit dessen Hydrogen noch cohäriren mit einer Kraft = 2, und es wird eine Einwirkung von aufsen auf das Hydrogen des Wassers, die gröfser als 2 ist, nöthig seyn, um den Procefs einzuleiten. Eine solche ist die Kraft, mit der das Oxygen der Luft auf das Hydrogen des Wassers wirkt, wenn ich sie, wie vorhin, = 5 setze. Unter dem Zutritt der Luft wird demnach jetzt derselbe Procefs, der im vorigen Versuch im Gange war, eingeleitet, und mit einer Energie = 3, also mit dem Drittheil jenes, vorwärts gefördert werden. Hier ist also vor dem Zutritt der Luft gar keine Hydrogengaserzeugung, gar keine Oxydation durch Wasserzersetzung, vorhanden, und doch tritt sie ein, sobald noch die Sollicitation von aufsen durch das Oxygen der Atmosphäre hinzukommt, so gut, als hätte sie wie im vorigen Versuch vorhin schon Statt gehabt; aber wie dort, wird neben der Entstehung auch hier nichts, als ebenfalls verhältnifsmäfsige Verminderung der zugelassenen atmosphärischen Luft, zu bemerken seyn.

Ich komme wieder auf die drey Klassen zurück, unter welche wir oben fast alle oxydirbare Körper, in

Rücksicht der Bedingungen und den damit gegebenen Nebenproducten ihrer Oxydation, brachten. Es ist nun deutlich, wie ein Körper *A*, der sich schon ohne den Zutritt der Luft unter Wasserzersetzung oxydirte, sich schneller oxydiren müsse, wenn dieser Zutritt der Luft noch dazu komme, ohne daſs darum der oxydirbare Körper selbst unmittelbar auf das Oxygen der Luft wirke, und sich mit ihm verbinde, was, wie wir fanden, unmöglich ist. Es ist ferner deutlich, wie ein zweyter Körper *B*, der ohne den Zutritt der Luft in Wasser keine Veränderung erlitt, erst mit dem Zulassen jener in Oxydation übergeht, und wie auch diese Oxydation noch immer nicht anders, als durch eine wirkliche Zersetzung des Wassers, vermittelt werde. Bloſs die Klasse von Körpern bleibt uns noch übrig, die sich in niederer Temperatur weder unter den einen noch unter den andern Umständen oxydirt, wohl aber auf die eine oder die andere Art bey höheren Graden von W ä r m e. Aber auch dieser Fall wird nun leicht erklärt, und damit das ganze Gebiet solcher Oxygenationsprocesse, von denen hier die Rede ist, nach der aufgefundenen Regel in Ordnung gebracht seyn. Wärme schwächt den Grad von Bindung der Bestandtheile jedes Compositums, namentlich auch des Wassers, ja sie allein ist, wenn man Cazalet glauben darf, sogar im Stande, zuletzt allen Zusammenhang seiner Bestandtheile aufzuheben, und es gänzlich (in Hydrogen- und Oxygengas) zu zersetzen. Ein Körper *C* wirke also auf das Oxygen des Wassers in einer Temperatur von 10° R. mit einer Kraft = 3. Da der Zusammenhang der Bestandtheile des Wassers unter sich = 10 ist, wie wir eben annahmen, so wird das Wasser nicht zersetzt, sondern noch mit einer Energie = 7

zusammengehalten werden, und keine Oxydation von *C* geht vor sich. Jetzt komme die Einwirkung des atmosphärischen Oxygens dazu. Sie ist = 5, und so wird, da das Wasser innerlich immer noch mit einer Kraft = 2 cohärirt, auch jetzt der Proceſs noch nicht von Statten gehen, und auch die Luft wird keine Verminderung erleiden. Man lasse jetzt noch Wärme hinzukommen. Man setze die Gröſse, um die die Bindung der Bestandtheile des Wassers bey einer Erwärmung von 10° bis 70° R. vermindert wird, = 3. Man sieht ein, daſs jetzt nur 2 hiervon auf die gänzliche Aufhebung des Zusammenhangs des Wassers verwandt zu werden brauchten; die übrige 1 leitete den Proceſs ein mit einer Energie = 1, und jetzt hatte Oxydation von *C*, mit Luftverminderung begleitet, Statt. Im Zustande des Dunstes binden sich die Bestandtheile des Wassers noch schwächer, vorzüglich, je höher die Temperatur dieses Dunstes selbst ist. Und so könnte es wohl auch endlich so weit kommen, daſs die ganz geringe Anziehung von *C* auf das Oxygen dieses Dunstes, die wir oben = 3 annahmen, schon für sich hinlänglich sey, ohne allen Zutritt von atmosphärischem Oxygen dieses dunstförmige Wasser zu zersetzen, sich zu oxydiren, und Hydrogengas dabey zu liefern. — (Daſs ich übrigens im letzten Falle bloſs die Affinität der beyden Bestandtheile des Wassers im Wasser modificabel gesetzt habe, thut der aufgestellten Ansicht keinen Eintrag. Allerdings wird es die des Körpers *A*, *B*, oder *C*, zu dem Oxygen des Wassers durch Wärme eben so gut seyn, wie jene, und so auch die des atmosphärischen Oxygens zu dem Hydrogen des Wassers. Aber soviel man bis jetzt darüber wissen kann, sind diese Modificationen

gerade von der Art, daſs sie die aufgestellte Ansicht, und was ich daraus folgerte, mehr begünstigen, als daſs sie ihr nachtheilig wären. Sie wachsen nemlich, indem jene abnimmt, und sey auch, was das möglichste dessen, was geschehen kann, ist, dieses Wachsen selbst wieder nur relativ, d. h., nehme bey *A* die Affinität desselben zum Oxygen des Wassers ebenfalls ab, und auf dieselbe Art auch die des atmosphärischen Oxygens zum Hydrogen des Wassers, so wird doch das Moment beyder Abnahmen geringer seyn, als das der die Bestandtheile des Wassers unter sich angehenden. Was also den Stand der Dinge der Einleitung des Processes näher bringen, oder einen schon vorhandenen weiter fördern kann, wird doch in beständiger Zunahme begriffen seyn, und es so bey einem solchen bloſs relativen Wachsen beyder Affinitäten eben so gut, wie im Falle eines absoluten Wachsens derselben, zu dem kommen hönnen, zu dem es wirklich kommt, und was aus dem Vorigen bereits zu hinlänglich bekannt ist, als daſs ich es nochmals zu wiederholen nöthig hätte). —

Ich habe mich im Verlauf dieser Anmerkung blos auf die Erörterung der beyden Fälle, Oxydation fester Körper vermittelst Wasser mit und ohne Gegenwart von atmosphärischem Oxygen eingeschränkt. Es leuchtet aber von selbst ein, daſs, was ich für diese Fälle aus dem Gesichtspunkt, von dem ich ausging, und auf den ich zurückkam, erwiesen habe, mit der nemlichen Strenge auch für alle übrigen Oxydationsfälle, wo Wasser (tropfbar oder dunstförmig) zugegen ist, gilt, und wo es nicht atmosphärisches, sondern jedes andere, z. B. an Metalle oder andere säuerungsfähige Basen gebundenes, und so bald festes, bald,

entweder an sich schon, oder durch Auflösung in andern Materien, flüſsiges, bald auch, nur in andern Verbindungen, als in der Atmosphäre, (wie z. B. im salzsauren Gase) gasförmiges Oxygen ist, was neben dem oxydirbaren Körper *A*, *B*, oder *C*, und den beyden Bestandtheilen des Wassers, das vierte Glied des Oxydationsprocesses von *A* u. s. w. ausmacht. In allen diesen Fällen ist der vorhandene Proceſs jederzeit von einer Zersetzung des Wassers begleitet, und in allen Oxy- und Desoxydationsprocessen wird sie zum gemeinschaftlichen Mittelpunkt, oder eigentlich, alle sind sie zuletzt nichts anderes, als Wasserzersetzungsprocesse, nach Umständen zugleich mit Wiederzusammensetzungsprocessen desselben begleitet; was mehr an ihnen ist, ist secundär, veränderlich und zufällig. Der Proceſs habe drey oder vier Factoren: von

Wasser

A . . . Oxygen . . . Hydrogen . . .

wie von

Wasser

A . . . Oxygen . . . Hydrogen . . . *X*,

wo *X* jedes andere und an jedes Anderes (*B* . . .) gebundene Oxygen, nur nicht das des Wassers, bedeutet, sind Oxygen und Hydrogen die beyden unveränderlichen Factoren, indeſs im ersten Falle *A* allein oder im zweyten *A* und *X* beyde und unabhängig von einander aufs mannichfaltigste abwechseln können.

Ich könnte noch weiter gehen. Ich könnte alle chemischen Processe, die es nur eigentlich sind, auf Oxy- und Desoxygenationsprocesse, und alle mit diesen wieder auf Wasserzersetzungs- und nach Umständen auch Wiederzusammensetzungsprocesse reduciren,

und nur etwas Geduld würde alle Schwierigkeiten überwinden können, die sich mir entgegenstellen möchten, wenn ich es unternehmen wollte, das Wasser zum Indifferenzpunkt aller chemischen Qualität, und die angenommenen Bestandtheile desselben zu den beyden Armen des gemeinschaftlichen Hebels aller Kraftäufserung jener, zu erheben. Aber nicht zu gedenken daran, dafs dies vor jetzt ganz aufser meinem Zwecke läge, bedarf es für den denkendern Physiker ohnehin nur weniger Worte, um ihm verständlich zu machen, wie eben diese consequente Durchführung des Buchstabens der neuern Chemie, eine Durchführung, die sie billigen mufs, darum, weil so vieles, was sie, und mit dem vollen Bewufstseyn der Rechtlichkeit ihres Unternehmens, selbst bereits that, nichts anderes, als der erste Schritt dazu war, wie, sage ich, eben diese Durchführung zuletzt mit nichts anderem enden könne, als damit, das, was sie durchführte, — die Dualität im Wasser *als Ponderablen* — für immer aufzuheben und zu vernichten, hinwiederum aber aufzufinden und einzusetzen eine neue — höhere, einen Gegensatz, der, unabhängig von dem, was ins Gewicht fällt, das Wasser als Ponderables und einfach nunmehr der Theorie nach wie längst in der Natur, blofs begleitend, und, nachdem es nöthig, dasselbe bald in dieses (in Oxygen), bald jenes (in Hydrogengas), oder was mehrentheils der Fall ist, umbildend (nach bestimmten Verhältnissen) in beydes zugleich und so zu dem Schein einer Wasser-Zersetzung, und somit einer Zusammengesetztheit desselben, Veranlassung gebend, aber auch möglich wohl und auch wirklich

vorkommend ohne dies (das Wasser), und gleiche Processe (chemische überhaupt) erzeugend, wie in Gesellschaft mit ihm, von nun an die Stelle des vorigen niedern einnimmt, und den ersten Buchstaben (denn ihrer sind mehr und noch viele) bildet einer neuen Chemie, die, weil sie gesehen hat, was sie ausspricht, identisch mit der der Natur, die erste seyn wird, die, was sie verheifsen, auch halten kann, da die ewige Quelle der Wahrheit, die wahre Natur, aus welcher einzig sie schöpft, ihr nie versiegt.

— Ich habe mich weit verleiten lassen, aber ich habe nicht unrecht gethan. Ich wollte wenig erörtern, aber ich mufste so viel darum sagen. Auch war das Gesagte nicht neu, mir wenigstens nicht. Vor sechs Jahren schon hat Vieles davon die Engländerin Fulhame in ihrem *Essay on Combustion*, unter den Deutschen aus Lentin's Uebersetzung davon: Versuche über die Wiederherstellung der Metalle u. s. w. seit 1798 bekannt, aus schönen Versuchen mit seltenem Scharfsinn gefolgert, und meine Darstellung davon im Allg. Journ. d. Chemie (B. I. Heft 4. S. 420 – 444.) wird ihm nicht geschadet haben. Mehreres zur Erläuterung und weitern Ausführung hatte ich in den Anmerkungen dazu, vorzüglich in der S. 439 – 440., beygebracht, und man kann alles Vorige, wenn man will, nur als einen Commentar zu jener Anmerkung ansehen, da ich das Argument, womit ich die Beschleunigung der Oxydationsprocesse oxydirbarer Körper durch Wasser beym Zutritt der Luft, oder oft überhaupt erst ihr Eintreten unter diesen Umständen deutlich machte, dort schon angegeben habe. Die

Reduction aller chemischen Processe auf Oxy- und Desoxydationsprocesse hatte ich in m. Beyträgen B. I. St. 1. 2. S. 244. angekündiget, und so S. 246. das Wasser allen jenen zum gemeinschaftlichen Mittelpunkt gegeben. Die Nothwendigkeit aber des durch sich selbst bereiteten Uebergangs dieser Ansicht in eine höhere, und der gleichzeitigen Aufhebung der Statthaftigkeit des Princips der niedern, d. i. der Zersetzbarkeit des Wassers im bisherigen Sinne, und der Einsetzung der Zersetzbarkeit eines neuen höheren Zusammengesetzten (wenn man will), das Wasser als niederes und einfaches bloſs begleitend, eines Dualismus, von dem der für das Wasser seit Lavoisier gewiſs geglaubte bloſses (aber parallel gehendes) Symbol war, und der, einmal da, noch weit mehr, als bloſs das chemische Gebiet, umfaſst, oder, wenn man ihn selbst chemisch nennen will, alle Processe auf Erden, wie sie auch genannt seyn, ihrem letzten Princip nach identisch setzt, d. i. zu chemischen, anderswo zuerst angetroffen, z. B. in der Electricität, und von da ausgegangen, alle zu electrischen, und auf gleiche Weise vom Magnetismus oder Galvanismus ausgegangen, alle zu magnetischen, zu Galvanischen, macht, und so alle bisherigen Abtheilungen der Physik zuletzt in Wortspiele auflöst, — die (mir aus eigenen Untersuchungen hervorgegangene) Nothwendigkeit, sage ich, der Aufhebung jenes Dualismus aber und der Einsetzung dieses auf die angezeigte Weise, und nichts anderes, war es, an die ich dachte, als ich z. B. im Allg. Journ. d. Chem. B. I. S. 441. äuſserte, „daſs Mayow wohl noch mehr als bloſs der Mayow des antiphlogistischen

Systems, so wie es jetzt ist, sey," S. 443. daselbst hoffte, neue, künftig durch die der M. Fulhame veranlaſste Versuche „werden vielleicht auf das groſse Resultat leiten, daſs das Wasser, wenn es das sey, was es nach der Verfasserin seyn soll, wohl noch mehr sey, als das," indem ich mich, zum Theil aus eigenen (doch auch bis jetzt noch nicht bekannt gemachten) Versuchen, bereits davon überzeugt hielt, vorzüglich aber, als ich die Vorerinnerung zum ersten Stücke meiner Darstellung der neuern Untersuchungen über das Leuchten des Phosphors im Stickstoffgase u. s. w., — in der ich eigentlich nur mit andern Worten wiederholte, was ich bereits anderthalb Jahre vorher bey Gelegenheit des zweyten Stücks von Göttling's Beytrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie im vorhin genannten Journal B. II. Heft 7. S. 65. u. f., über das Symbolische chemischer Stoffe überhaupt, und den Parallelismus ihres Systems mit dem eigentlich wahren, wodurch jenes für die practische Anwendung bis an gewisse, doch immer fern genug liegende Grenzen, eine provisorische Gültigkeit fortbehält, anmerkte, — niederschrieb, wo dies alles selbst schon wieder nur als Theil in einer weitern allgemeinen Ansicht alle chemische Ponderabilien betreffend, enthalten war.

Das oben gebrauchte Argument der Beförderung dessen, was man bey Oxydationsprocessen bisher Wasserzersetzung genannt, (und mit bestimmten Bedingungen und Einschränkungen auch noch künftig so fortnennen wird), durch das Oxygen der Atmosphäre, ist übrigens in seiner Art nur Eines von einer Menge ähnlicher, welche, sämmtlich rein aus Beob-

achtungen genommen, zusammen über die chemischen Ziehkräfte der Gasarten als solcher gegen einander und derselben gegen jede andere Art von chemischen Individuen unter jeder Form, wie dieser wieder unter einander, alles unter Umständen, wo man dies, und den grofsen Einflufs dieser Kraftäufserungen auf die jedesmaligen Vorgänge selbst, oder ihre Modification unter diesen Umständen, zeither zu beachten, so gut wie ganz vergafs, ein Licht verbreiten, welches für die Chemie überhaupt die reichsten Folgen haben mufs.

XII.

Galvanische Versuche über die chemische Natur des Wassers; — in von Crell's Chemischen Annalen. 1801. B. I. S. 41 — 63.

Inhalt.

Wichtigkeit der Galvanischen Batterie für die Chemie — Von was sie das Vielfache sey — Über die einzelne Kette in chemischer Hinsicht — Nachweisung derselben Localitäten in ihr, wie bey der Batterie — Chemisches Hauptphänomen des Galvanismus: Zersetzung des Wassers — Verfolgung desselben an der Batterie — Es findet sich durch das Wort: Zersetzung, falsch ausgedrückt — Beweise — Resultat daraus, daſs das Wasser einfach sey — Daſs also der bisher in das Wasser gesetzte Dualismus höher liege — Wichtigkeit dieser Resultate für die Chemie, nach Anerkennung der Rolle des Wassers in der Natur in ihrer ganzen Allgemeinheit.

Was Galvanische Versuche sind, was Galvanismus heiſst, ist bekannt. Alle Körper, welche gute Leiter der Electricität sind, wenige ausgenommen, sind geschickt, auch diese Wirkung zu begründen, und die Ordnung, in der sie es mit und unter einander thun,

folgt bestimmten Gesetzen. Der chemische Ausdruck dieser führte längst auf die Vermuthung, dafs Galvanismus und Chemie in sehr nahem Zusammenhange mit einander stünden, und wirklich war es das Neueste in der Geschichte des Galvanismus, alle Erscheinungen, die ihn angehen, als chemische nachzuweisen, nicht weniger aber auch umgekehrt, in den letztern die erstere ganz wiederzufinden. Wo und wie das geschehen sey, wäre hier anzuführen zu weitläuftig. Aber es ist geschehen, und wird mich ferner beschäftigen. Bis dahin war es blofs die einfache Galvanische Kette, die der Gegenstand meiner Versuche und der Folgerungen aus ihnen seyn konnte, und nicht selten wurde meine Arbeit sehr mühsam. Aber auf Volta wartete die Entdeckung, mehrere sogenannte Galvanische Ketten in Eins zu verbinden, und die Summirung der einzelnen Actionen derselben zu willkührlich
42] grofsen und gröfsern Mafsen bis ins Unbestimmte hinaus möglich zu machen. Ihm also zunächst hat es auch die Chemie zu verdanken, wenn ihr von daher jetzt in Tagen mehr werden kann, als sie vordem in Jahren kaum davon erwarten durfte. Ich kann dies rechtfertigen, und das Beyspiel, was ich dazu anwenden werde, wird hinreichend seyn, auch die, deren Sache es sonst nicht war, für einen Gegenstand zu interessiren, der es nur mit wenigen gemein hat, dafs er mehr hält, als er verspricht.

Die Verbindung mehrerer einzelner Galvanischer Ketten zu einem Ganzen hat den Namen: Galvanische Batterie, erhalten. Zu ihrer Construction werden, den Gesetzen des Galvanismus gemäfs, jede dreyerley verschiedene Leiter des Galvanismus, sobald nur je zwey davon fester, und der dritte allemal flüfsiger

Natur, sind, geschickt seyn, und Silber, Zink und Wasser, oder besser statt dessen Kochsalz-, oder Salmiakauflösung in Wasser, sind die drey verschiedenen Körper, deren man sich dazu am liebsten bedient, da sie unter denen, die man mit Leichtigkeit in Menge verschaffen kann, denjenigen Grad von Wirkung begründen, welcher den stärksten Graden derselben, die die dazu geschicktesten Körper überhaupt geben können, noch am nächsten kommt. Die Construction der Batterie selbst ist einfach. Auf eine isolirende Unterlage von Gas z. B. bringt man eine Platte Silber (wozu man grofse Silbermünzen, wie Laubthaler, und so weiter, [43 anwenden kann), auf diese eine ähnliche von Zink, darauf ein mit Kochsalzauflösung durchnäfstes Stück Pappe, auf dieses wieder Silber, auf dieses wieder Zink, auf dieses wieder nasse Pappe, und wiederholt so die Übereinanderschichtung dieser Körper in der erwähnten Ordnung, so viele Male, als um so viel die Wirkung der auf diese Art entstehenden Batterie die der einfachen Galvanischen Kette übertreffen soll. Sechszig bis achtzig solcher Wiederholungen werden eine Säule bilden, mit der sich die bald zu erwähnenden Versuche mit allem möglichen Erfolg anstellen lassen; drey bis vier lange, durch ein schickliches Gestell unten und oben zusammen verbundene, Glasstäbe, zwischen denen man diese Säule aufgebaut hat, schützen sie hinlänglich gegen Unordnungen und andere Unfälle, denen sie aufserdem ausgesetzt seyn würde. Die unterste Silber-, wie die oberste Zinkplatte ist mit einem Haken versehen, in die man Dräthe einhängt, von denen, um kurz zu seyn, der erste Silber-, der andere Zinkdrath, heifsen mag.

Die chemischen Processe, welche durch die Wir-

kung der einfachen Galvanischen Kette begründet, oder, wenn sie bereits da wären, von ihr bald so, bald anders, modificirt wurden, waren sämmtlich *Oxy- und Desoxydationsprocesse durch Wasserzersetzung vermittelt.* Von Zink und Silber, oder jeden beyden andern festen oxydirbaren 44] Galvanischen Leitern mit Wasser zur Kette verbunden, oxydirte sich der oxydirbarere von beyden in der geschlossenen Kette, wenn er es vorher nicht that, oder, war das ausserdem bereits der Fall, jetzt stärker; der minder oxydirbare hingegen wurde es noch weniger, und oxydirte sich so, wenn er es vorher noch that, jetzt schwächer, oder ganz und gar nicht, oder that er es auch ausser der Kette nicht, jetzt noch um soviel weniger. Die Oxydation des ersten verstärkte sich erweisbar auf Kosten des Wassers. Sein Oxygen verband sich mit jenem zum Oxyd, indess sein Hydrogen ausgeschieden wurde. An dem andern Körper hatte Verminderung der Oxydation, Aufhebung oder auch höheres Unmöglichwerden derselben Statt. Das aber eben ist es, was das Hydrogen bewirken würde, wenn es mit diesem Körper in Conflict käme. Es würde, nachdem die ausgeschiedene Quantität desselben bald so, bald so gross ist, in demselben Verhältnisse diesem Körper das ihm ausserdem zukommende Oxygen entziehen, indem es mit demselben wieder zu Wasser zusammenginge, also nach Umständen auch wohl alle Oxydation desselben aufheben, und nur in dem Falle, dass mehr Hydrogen, als hierzu nöthig ist, durch die Galvanische Action entbunden würde, der daraus entstehende Überschuss von den Bestandtheilen der in der Kette befindlichen Substanzen unbefasst bleiben, wo es nun noch darauf ankäme, ob die

äuſsere Luft Zutritt dazu hätte, oder nicht, in welchem ersten Falle sich jenes von Seiten der Kette freygelassene Hydrogen mit dem Oxygen der Atmosphäre [45 wieder zu Wasser verbinden, und nur im letzten Falle wirklich als Gas erscheinen würde, wenn anders nicht selbst hier noch die Quantität desselben zu klein ist, als daſs, nach Abzug dessen, was das Wasser der Kette, vermöge des Grades seiner ihm erst neuerdings wieder als solchen gewiſs gemachten Fähigkeit, Hydrogengas aufzunehmen und aufgelöst zu halten, zurückzuhalten im Stande ist, noch ein übriger Theil desselben, von allen Seiten unangefochten, nun als Gas erscheinen könnte. Da also wirklich geschieht, was geschehen sollte, wenn die gemachte Annahme Statt hätte, so hört auch letztere auf, es zu seyn, das heiſst, sie ist gewiſs; es ist gewiſs, daſs wirklich das Hydrogen des Wassers, dessen Oxygen an den oxydirbarern der beyden in der Kette begriffenen Leiter trat, an den andern diesem entgegengesetzten, das ist, dem minder oxydirbaren von beyden, austreten, und somit das, was der Galvanismus in solchen Fällen Chemisches bewirkt, wie es auch klingen möge, zuletzt nichts anders sey, als eine Zersetzung des in der Kette befindlichen Wassers, bey der das Oxygen des letzten an dem einen mehr oxydirbaren der beyden in der Kette begriffenen festen Leiter, das Hydrogen hingegen an dem andern minder oxydirbaren, bey Zink und Silber z. B. also ersteres am Zink, letzteres hingegen am Silber, ausgeschieden wird.

Das Angeführte ist der Vorgang in der einfachen Galvanischen Kette. Aber Wirkungen [46 verhalten sich wie ihre Ursachen. Kettenverbindungen also, welche die einfache Kette 60 bis 80

Mal enthalten, werden auch eine um eben so viele Male stärkere Wirkung äufsern, die chemisch bleiben wird beym Vielfachen, wie sie es beym Einfachen war. Jede Silberplatte in der geschlossenen Galvanischen Batterie ist der Repräsentant alles dessen, was aus der Addition alles für jede Silberplatte einzeln Bestimmten hervorgeht, und jede Zinkplatte in derselben das nemliche für das aus der Addition alles für jede Zinkplatte einzeln Bestimmten; das Wasser, die Feuchtigkeit also, zwischen jedem Paar Zink- und Silberplatten, ist der Wirkung der ganzen Batterie ausgesetzt, und so auch jede Schicht Feuchtigkeit, die man zwischen die beyden Endplatten der auf die vorhin angegebene Art construirten Batterie bringt, deren Dräthe, der Zink und der Silberdrath, jeder für sich, welcher Natur sie auch übrigens seyn mögen, allemal die Summen der auf die Platte, mit der sie jeder in Verbindung stehen, gehäuften specifiken Qualität so gut, wie diese Platte selbst, repräsentiren werden.

Das chemische Hauptphänomen des Galvanismus, was zuletzt zum identischen Innern aller möglichen übrigen chemischen Galvanischen Erscheinungen wird, ist die Zersetzung des Wassers, oder unbefangener ausgedrückt, die Erzeugung der beyden, unter den [47 Namen Oxygen und Hydrogen bekannten Stoffe chemischer Individuen aus demselben. Das Wurzelphänomen der neuern Chemie, und vielbedeutend nach allen seinen Seiten, war es natürlich, wenn es auch bey der Bearbeitung des Vielfachen der einzelnen Galvanischen Kette, der Galvanischen Batterie, sogleich die erste Aufmerksamkeit des Experimentators auf sich zog, um so mehr, da jede nähere Aufklärung darüber

zu einer Aufklärung für die gesammte Chemie werden mufste.

Schon in der einfachen Kette erschien an dem Zink das Oxygen, an dem Silber hingegen das Hydrogen des, nach der bisherigen, ihrer Richtigkeit nach scheinbar aufser Zweifel gesetzten Ansicht der Chemie, allgemein für aus diesen beyden immer sich specifisch verschieden angenommenen Stoffen zusammengesetzt gehaltenen Wassers. Dasselbe mufste der Fall auch bey der Batterie seyn, und man wird sich hiervon sehr leicht überzeugen können, wenn man eine an den Enden mit Korkstöpfeln verschlossene Glasröhre von vier bis sechs Zoll Länge und etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Weite mit ausgekochtem destillirtem Wasser füllt, durch jeden der verschliefsenden Stöpfel einen dem andern homogenen Drath oder Stift von Zink, Zinn, Bley, Eisen, Kupfer, Messing, Wismuth, und selbst von Silber bringt, so dafs ihre Enden innerhalb der Röhre in beliebigen Weiten von ein- [48
ander stehen, und nun das aufserhalb der Röhre befindliche Ende des einen Draths oder Stifts mit dem Zink-, und das des andern mit dem Silberdrath der Batterie in Verbindung setzt, wodurch nun die Batterie sogenannt geschlossen ist. Mit dem Augenblick der Schliefsung wird der mit dem Zinkdrath verbundene Drath in der Röhre anfangen, sich lebhaft zu oxydiren, indessen am andern mit dem Silberdrath verbundenen sich kleine Bläschen in Menge zeigen, die unter zweckmäfsig veränderter Vorrichtung im pneumatischen Apparat aufgefangen, bey näherer Prüfung sich durchgängig wie Hydrogengas verhalten. Auch mit Quecksilber unter schicklicher Form statt der Dräthe in der Röhre angewandt, ist der Er-

folg derselbe. Wendet man statt der genannten Dräthe u. s. w. aber welche aus Gold, und Dräthe oder Streifen von Platina an, so wird der mit dem Zinkdrath verbundene sich nicht mehr oxydiren, wie vordem z. B. der Zinn-, Kupfer- u. s. w., ja selbst der Silberdrath, sondern das aus dem Wasser erzeugte Oxygen wird von nun an, gebunden von nichts, ebenfalls in Gasgestalt, das ist als Oxygengas, zum Vorschein kommen, indessen am andern Drath die Hydrogengaserzeugung Statt hat, wie sonst. Auch von diesem Oxygengas würde nicht die Rede seyn können, hätte es sich nicht bey der separaten Auffangung im pneumatischen Apparat, und der darauf damit vorgenommenen Prüfung mit Phosphor u. s. w., als solches
49] ausgewiesen. Fängt man die Producte beyder Dräthe in den letzten Fällen, wo beyde als Gas erscheinen, in Einem Gefäſs auf, so erhält man eine Mischung von Oxygen- und Hydrogengas, die sich ganz wie gewöhnliches Knallgas verhält. Die Mengen von Oxygen- und Hydrogengas, die man in diesen Versuchen von den beyden Dräthen erhält, stehen übrigens ihrem Umfange nach ohngefähr in dem Verhältniſs von $1 : 2\frac{1}{2}$; also ziemlich in dem nemlichen, in welchem die Mengen Oxygen und Hydrogen im Gaszustande zu einander stehen, die man bey, auf jede andere Weise bewirkten, sogenannten Wasserzersetzungen erhält.

So würde also, den Producten nach zu urtheilen, niemand anstehen, den beschriebenen Proceſs für identisch zu halten, mit jedem ähnlichen andern, dessen Producte diesem gleichkommen; den einen wie die andern würde man für das halten, wofür man die der letztern Art bisher wirklich gehalten hat, für —

Zersetzungen des Wassers. Man weiſs indeſs ja, daſs diese Benennung, die zuerst über das, was bey diesen Processen bisher Phänomen war, hinausging, und eben deswegen eine blos provisorische Gültigkeit haben konnte, es von der Zukunft noch immer zu erwarten hatte, durch fernere Erfahrungen entweder die letzte Bestätigung, oder wohl möglich auch eine Widerlegung auf immer, zu erhalten, daſs somit von einer apodiktischen Wahrheit derselben noch lange die Rede nicht seyn konnte, und so schon dar- [50
um die Sache unter günstigen Umständen eine neue und strengere Untersuchung wohl sehr nöthig hatte.

Diese Umstände sind endlich wirklich gekommen, und günstig genug, um, obgleich lange erwartet, ihren Entdecker dennoch aufs schönste zu überraschen. Nirgends noch nemlich hat man so gute Gelegenheit gehabt, den innern Organismus jenes Processes selbst so zu veräuſsern, und der Entstehung jedes seiner Producte so unmittelbar an der Quelle und einzeln zuzusehen, als eben im — Galvanismus. Ich kann mich immer hier bloſs auf die Hauptmomente der Rechtfertigung dieser Behauptung einschränken; sie sind an sich so entscheidend, daſs sie sich jedem, der sich ihrer ernstlich annimmt, schon von selbst weiter kommentiren werden.

Die erste Bedingung für die Möglichkeit der Erzeugung der oben genannten beyden Gasarten, oder im andern Falle der Erzeugung der einen, und der Oxydation des Metalls durch die Basis der andern, im Moment ihres Entstehens, war in Bezug auf die Röhre, das Glas u. s. w., in der oder dem man das sie liefernde Wasser mit den beyden repräsentirenden End-

dräthen der Batterie behandelte, eine *endliche Entfernung* der Enden der beyden Dräthe.... von einander, eine Entfernung, die bis zu grofsen Weiten und bey immer gröfsern Batterieen wohl ziemlich bis 51] ins Unbestimmte wachsen kann. Die Producte der beyden Dräthe sind dieselben, die man bey jeder sogenannten Zersetzung des Wassers erhält, Oxygen und Hydrogen. Jedem Atom von entbundenem *Oxygen* mufs ein Atom entbundenes *Hydrogen* correspondiren, und beyde machten in der Vereinigung vorher Ein Atom *Wasser*, und nicht mehr, aus. Aber — kann sich das nemliche Atom Wasser in einem und demselben ungetheilten Augenblick zugleich an diesem und wieder an jenem Drathe befinden? — und doch müfste das der Fall seyn, wenn beyde Gasarten, beyde Stoffe, das Oxygen und Hydrogen, von einer wirklichen *Zersetzung* des Wassers herrührten. Sollte also die zwischen den Enden der beyden mit dem, jene Stoffe liefernden, Wasser in Conflict gebrachten, das Zink und Silber der Batterie repräsentirenden Dräthe *a* und *b* befindliche Schicht Wasser, für die Erzeugung beyder Stoffe wohl ganz zufällig seyn, und so zu nichts weiter dienen, als eben nur zwischen *a* und *b* die leitende Verbindung zu unterhalten, die überhaupt die Kette der Batterie erst schliefst, und damit ihre Wirkung begründet? — Sollte demnach der Vorgang an *a* ganz unabhängig seyn von dem an *b*, kurz, möchte das Ganze überhaupt lieber alles andre, nur keine Zersetzung des Wassers, zum Grunde haben?" — Dies ist die Betrachtung, die sich jedem darbieten mufs, der den Vorgang der oben erwähnten Versuche mit offenen Augen ansieht. Die Fragen, auf die sie leitete, sind beantwortet, sobald es

gelingt, beyde Wassercylinder, (wenn man nem- [52
lich das Wasser in jenen Versuchen in Röhren ein-
schloſs,) den, der *a*, und den, der *b* umgiebt, durch
einen dritten Körper von einander zu trennen, der,
ganz vom Wasser verschieden, nicht vermögend ist,
eine Wasserzersetzung in sich zu unterhalten, folglich
auch nicht eine auſser ihm beginnende fortzupflanzen,
und dadurch eine solche schon vorhandene, nur —
vertheilte —, nicht fähig ist, zum Communicator wer-
den zu können. Diesen Forderungen nun Genüge zu
leisten, ist mir wirklich gelungen. Es ist entschieden
damit, daſs auf jeder Seite, an jedem Drath, das ihn
berührende, mit der Erzeugung dieses oder jenes Ga-
ses oder seiner Basis als solches verschwindende, Was-
ser seinem wägbaren Antheile nach ganz und ungetheilt
in diese oder jenes übergehe, beyde Stoffe, beyde
Gasarten, das Oxygen wie das Hydrogen, also dem,
was an ihnen ins Gewicht fällt, nach, identisch und
von dem des Wassers auf keine Weise verschieden,
oder mit andern Worten, daſs das Wasser, genommen
in dem Sinne, in welchem man es bisher für zusam-
mengesetzt, und folglich zerlegbar, ausgab, dies kei-
nesweges, sondern unzusammengesetzt, oder einfach
durchaus, und folglich unzerlegbar sey.

Der Körper, den ich als leitend verbindendes,
gegen den zu analysirenden Proceſs selbst aber, bey
der Stärke der hierzu angewandten Batterie wenigstens,
gänzlich neutrales Glied, für meinen Zweck vorzüg- [53
lich geschickt fand, war die concentrirte wasserfreye
vollkommene Schwefelsäure, indem gröſsere Kost-
barkeit, und zudem noch manche andere Unbequem-
lichkeiten beym Gebrauch, der sonst sich eben so ver-
haltenden ähnlichen Salpetersäure eine mindere An-

wendbarkeit erlaubten. In einer Glasröhre dem Einfluſs der zuleitenden Dräthe auf dieselbe Art, wie oben das Wasser, ausgesetzt, erschien an keinem der Enden der beyden Dräthe von Gold auch nur eine Spur von Gas, und doch war die Leitung aufs vollständigste vorhanden, indem in einer zweyten ähnlichen, aber mit Wasser gefüllten, neben dieser in die Kette der Batterie gebrachten Röhre, die Gasentwickelung auf die bekannte Weise ungestört anfing und fortging. Eine Schicht dieser Säure zwischen die Wassercylinder *a* und *b*, von denen vorhin die Rede war, schicklich zu bringen, und so, daſs dadurch beyde völlig von einander getrennt wurden, diente mir sehr gut, eine auf ein Gestell befestigte, in Gestalt eines V gekrümmte, auf jeder Seite einige Zoll hohe Glasröhre, in die ich von der genannten Säure so viel behutsam eintrug, daſs jeder Schenkel der Röhre damit bis zur Hälfte angefüllt war, ohne jedoch dabey von der Säure etwas an die innern obern Wände der Röhre gebracht zu haben. Hierauf lieſs ich nach und nach soviel destillirtes Wasser tropfenweise bald in diesem, bald in jenem Schenkel der Röhre auf die Säure langsam herabflieſsen, daſs sie ganz davon
54] bedeckt wurde, ohne sich doch damit zu vermischen, und füllte auf diese Art die beyden Schenkel der Röhre endlich ganz damit an, — (welche Arbeit mir mehrmals so gut gelang, daſs selbst mit Lacmus gefärbtes Papier in dem obern Theile dieses aufgegossenen Wassers keine Veränderung mehr erlitt. Die Öffnungen der Röhre schloſs ich mit Korkstöpfeln, durch deren jeden ein Golddrath so weit in das Wasser hineinging, daſs zwischen ihm und der Säure noch ein beträchtlicher Zwischenraum übrig blieb. Nachdem dies alles geschehen war, verband ich den Knopf

des einen Golddraths *a* mit dem Zink, und den des andern *b* mit dem Silber der Batterie. Im Augenblicke dieser Schliefsung der Kette fingen der Oxygendrath *a* sowohl, wie der Hydrogendrath *b*, an, ihr Gas zu geben, und diese Entwickelung dauerte fort, so lange man nur die Kette geschlossen erhielt. Und so war, was drey Minuten früher noch bloſse Vermuthung schien, zur ausgemachten Gewiſsheit erhoben. Jedes Gases eigne Erzeugung war wirklich ein Proceſs, ganz verschieden vom andern, und auf keine Weise mit ihm in Zusammenhange. Das Wasser, oder bestimmter ausgedrückt, das Wägbare desselben, homogen, wie es war, nahm, homogen bleibend, — denn nur ein zweytes von ihm Verschiedenes, nothwendig jedoch wieder Wägbares, von dem hier eben so ganz und gar nicht die Rede seyn kann, hätte es zu heterogenisiren vermocht, — an auf der Seite von *a* die Gestalt dieses, des Oxygen-, auf der hingegen von *b* die jenes, des Hydrogengases, und daſs es sie annahm, lag nicht mehr, wie alle Chemie bisher so gern es geglaubt hätte, in ihm selbst, sondern in höhern Einflüſsen, die weit entfernt, ponderabel zu seyn, hier einzig der Wirkung der Galvanischen Batterie ihr Daseyn, oder — wenn s i e es etwa waren, die heterogen unter sich zuvor ein Identisches ausmachten, wenn s i e jenen Dualismus constituirten, der höher, und bloſs b e g l e i t e n d das Wasser als Wiegendes, fälschlich zeither aus Mangel erkannter Erfahrung für einen niedern des Wiegenden selbst gehalten zu werden pflegte — ihr Geschiedenseyn und einzelne Hervortreten aus der frühern Indifferenz (gleich Polen) verdankten, und der Gegenstand noch mancher Untersuchung seyn werden.

Für den, der mit der Sache bekannt ist, bewies der eben erzählte Versuch bereits aufs absoluteste, was zu beweisen war. Dies mag indeſs selten seyn können. Aber die Lehre der Natur ist für jeden bestimmt; zweifelhaft soll sie keiner verlassen, allen besorgt sie das Wahre — und auch im Kleinen. — Es werden welche möglich seyn, die im beschriebenen vorigen Versuche noch immer an eine reelle Communication des Wassers der einen Röhrenhälfte mit dem der andern durch die zwischen beyden befindliche Säure denken könnten, und diese werden sich noch nicht bekehrt finden. Für sie ändert man das Äuſsere
56] des Versuchs auf folgende Art ab. Man trennt beyde Schenkel der V-Röhre von einander, d. i., wendet zwey, aber gerade, von der Gestalt eines I, an, verwahrt die untern Enden derselben mit Stöpfeln, wie nachher die obern, steckt durch jeden dieser wieder einen Golddrath, dessen oberes Ende aber noch weit genug von dem über der Säure, womit jede Röhre, wie bekannt, zur Hälfte gefüllt ist, befindlichen Wasser entfernt bleiben muſs, und verbindet dann beyde unten durch einen dritten Drath oder festen Leiter von jeder beliebigen Art und Länge mit einander. Die Entwickelung beyder Gasarten wird hier eben so gut und ungestört von Statten gehen, als es nur im vorigen Versuche irgend möglich war, und doch ist hier deutlich genug keine Weise möglich, auf die man noch eine reelle Communication des Wassers an *a* mit dem an *b* möglich denken könnte.

Ein zweyter Zweifel könnte die t o t a l e Ungebundenheit des Erzeugungsprocesses des einen Stoffes oder Gases an den des andern betreffen, und diesen

könnte man noch hegen, selbst wenn man auch an keine Zersetzung des Wassers, im bisherigen Sinne des Worts, mehr glaubte. Aber auch der wird leicht zu heben seyn. Man darf hierzu nur jede der Röhren des vorigen Versuchs einzeln anwenden. In jeder dieser Röhren fand dort, was sich aus allem verstand, nur Eine Gaserzeugung Statt, die in der einen die entgegengesetzte war, von der in der andern; die von ihnen mit dem obern im Wasser befindlichen Drath [57 mit dem Zinkdrath der Batterie verbundene gab jedesmal Oxygengas, die mit dem ähnlichen Drath dem Silberende der Batterie correspondirende Hydrogengas. Erstere wird fortfahren, Oxygengas zu geben, wie vorhin, man mag die zweyte in der vorigen Verbindung mit ihr lassen, oder sie aus der Kette ganz ausschliefsen, und so giebt auch die zweyte ihr Hydrogengas ruhig fort, die erstere sey mit ihr noch verbunden oder nicht. Ja man kann, wie hier Einmal, jedes beyder Gase, zwey, drey, und mehrere, ja unter gehörigen Umständen wohl auf unbestimmte Male allein erzeugen; man hat dazu nichts nöthig, als alle dazu bestimmte Röhren mit ihren Dräthen nicht, wie vorhin, in ein entgegengesetztes, sondern sämmtliche in ein gleiches Verhältnifs zu einander und der Batterie zu bringen, im Fall man also lauter Oxygenerzeugungen begehrt, den Golddrath im Wasserende der ersten mit dem Zinkdrath der Batterie, den Wasserendengolddrath der zweyten mit dem untern oder dem Säureendengolddrath der ersten, die dritte Röhre eben so mit der zweyten, mit dieser die vierte, u. s. w., endlich aber den Säureendengolddrath der letzten mit dem Silberdrath der Batterie in Verbindung zu bringen; im Fall man aber lauter Hydrogenerzeugungen wünscht,

durchgängig in der umgekehrten Ordnung zu verfahren, d. i. den Wasserendendrath der ersten Röhre mit dem Silberdrath der Batterie, den Wasserendendrath der zweyten mit dem Säureendendrath der ersten,
58] die dritte Röhre eben so mit der zweyten, und wieder so fort bis zur letzten, deren Säureendendrath man endlich mit dem Zinkdrath der Batterie zusammenbringt, in Verbindung zu setzen. Und wenn, was oben schon vorkam, alle Vorgänge in diesen Versuchen nichts als die Folge der Analyse Einer Feuchtigkeitsschicht zwischen Zink und Silber ist, wie es deren bey einer Batterie von sechszig einzelnen Zink-, Wasser-, Silberverbindungen Sechszig giebt, mit allen Theilen der Batterie also sich vornehmen läſst, was man mit Einem vornehmen könnte, so sieht man, wie leicht es seyn müsse, eine Batterie so vorzurichten, daſs durch ihre ganze Sphäre das eine Mal *nichts wie Oxygen*, das andere Mal *nichts wie Hydrogen*, erzeugt wird, und dies einmal wie das andere immer auf Kosten eines und desselben *ganzen* Wassers. —

Es wird jedem überlassen bleiben, sich von der Wahrheit dessen, was ich, und sämmtlich aus selbst gemachter Beobachtung, hier kürzlich beschreiben wollte, durch eigene Versuche zu überzeugen. Ihre Anstellung ist leicht, und ihr Erfolg constant. Es haben sie Viele gesehen, und Männer von nahmhafter Einsicht haben ihnen ihr Verständniſs nicht verweigern können. Der Nahme dieser würde ihnen jeden Glauben sichern; doch Phänomene, deren Resultate sich so weit von aller bisherigen Meinung entfernen, darf der sorgsamere Forscher wohl erst zu sehen verlangen,

ehe er der Überzeugung Gehör giebt, die sie so ent- [59
schieden mit sich führen. Sich also darum zu bemühen, ist die gerechte Bitte, deren Erfüllung ihn nicht gereuen darf. Die endlich wahre Wahrheit, daſs

das Wasser einfach

sey, ist zwar das Erste, was er lernen wird, — aber bey weitem noch nicht das Letzte. So anerkannt zwar ist es noch nicht, als gewiſs, daſs, was dem Wasser in dem Processe begegnet, den ein wohl zu entschuldigender Irrthum Zersetzung desselben genannt hat, der Mittelpunkt sey von allem, was überhaupt sich chemisch nennen darf; doch führt der Weg, den die Chemie der neuern Zeit einmal betrat, unmittelbar darauf hin, und, sich selbst getreu, wird sie den Vortheil nicht umgehen können, der ihr aus seiner Anerkennung entsteht. Daſs die Befestigung aber der Basis der Chemie überhaupt eine solche erst möglich mache, daſs ihr System begründen, und es construiren, Worte von gleicher Bedeutung sind, läſst sich wohl niemand, um es zu wissen, erst sagen; es wird das zweyte seyn. Und darf neben den vielen Paradoxieen, an denen die jetzige Zeit, wie es heiſst, ja ohnehin schon so reich ist, noch eine Duldung erwarten, so stehe es immerhin da, daſs nach manchem Dritten und Vierten diese Epoche des Galvanismus wie der Chemie damit endigen werde, es strenge zu beweisen: daſs keineswegs bloſs, was dieser Aufsatz anzeigte, die ponderable Grundlage des Oxygens und des Hydrogens
in beyden die nemliche, sondern „daſs das [60
reine Ponderable in schlechthin *allen* Raumerfüllungen Eines und Dasselbe sey, und alle Individualität des Stoffs, alle Qualität der Materie, einzig bestimmt

werde, wie dort, durch Factoren höheren Ursprungs, die, für sich nie fähig ins Gewicht zu fallen, ganz eigentlich imponderabel sind, oder — nachdem sich einst das Wasser wird ausgewiesen haben, als das, in welchem alle diese Imponderabilien zur höchst möglichsten Indifferenz gekommen, und mithin jenes Ponderable hier am nächsten zu Tage liegt, oder was dasselbe ist, am mindesten individualisirt ist," — daſs das *Wasser* der Träger aller chemischen Individualität auf Erden, oder mit andern Worten, daſs die ponderable Basis desselben das homogene Wägbare aller Erdmaterie sey."

— Ich habe nicht vergessen, daſs der Chemiker Facta fordert, wo er glauben soll. —

* * *

Anmerkung.

Vorstehender Aufsatz hat zur Absicht, das gröſsere chemische Publikum bestimmter als je auf einen Gegenstand hinzuweisen, der ohngeachtet dessen, was
61] man auch von ihm bereits Gutes gerühmt hat, von ihm bisher noch immer unter Verdienst vernachlässigt wurde, und das aufgeführte Beyspiel der Fruchtbarkeit desselben für das chemische Gebiet wird seinem Zweck entsprechen. Aber es ist nicht das Einzige — mehrere bereits stehen ihm an Wichtigkeit nicht nach. Für das Studium des Galvanismus überhaupt interessirt, haben auch die chemischen Wir-

kungen desselben mich seit längern Zeiten angezogen; bereits meine erste Schrift über den Galvanismus: Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite. Weimar, 1798. deutete Manches an, und mehr davon enthielten die spätern Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung, B. I. Jena, 1800. Doch war dies nur die Vorbereitung und Einleitung zu den gröſsern Entdeckungen, welche Volta durch die Erfindung der Galvanischen Batterie, oder eines Mittels, die Action der einfachen Galvanischen Kette durch die öftere Wiederholung ihrer Bedingungen nach Willkühr, und bis ins Unbestimmte, zu multipliciren, begründete. Kurz nach der Bekanntwerdung dieser Erfindung bey uns stellte ich im September 1800 eine Reihe gröſserer chemischer Versuche mit derselben an, die ich gleich darauf in Voigt's Magazin für den neuesten Zustand der Naturlehre. B. II. St. 2. (Mich. Messe, 1800.) S. 356 — 400 beschrieb; umständlicher aber und mit mehr Rücksicht auf Folgerungen daraus nachher für Gilbert's Annalen der Physik, B. VII. [62 (1801.) erzählt habe. Die oben angeführten, bloſs das Wasser betreffenden, sind daher entlehnt.

Bekanntlich haben auch Carlisle, Nicholson, Cruikschank, und Henry aus England unter Andern gleichfalls über die chemische Wirk-

samkeit der Kette der Galvanischen Batterie Volta's, und zwar um Monate früher, als ich, Versuche angestellt. Doch habe ich dieselben bey den meinigen nicht gekannt, indem sie erst durch das Novemberheft der Gilbert'schen Annalen 1800. B. VI. St. 3., wo sie, nebst einem Auszuge aus Volta's eignen Briefen über seine Entdeckung an Sir Joseph Banks, aus Nicholson's *Journ. of nat. phil. Vol. IV.* Jul. 1800. übersetzt sind, in meine Hände kamen. Auch erwähnen sie, ohngeachtet mehrern von ihren Versuchen andere von meinen sehr schön entsprechen, und sie noch überdem einige haben, die ich nur erst noch vermuthet hatte, von Versuchen, deren Resultate von der Art wären, wie das in diesem Aufsatz dargestellte Eins davon ist, nichts.

Meine Versuche habe ich von Zeit zu Zeit fortgesetzt. Sie fahren fort für die Chemie wie für die Physik gleich fruchtbar zu seyn. Neue Untersuchungen über Electricität und Magnetismus in chemischer Hinsicht liefern mir Resultate, die sich an jene aufs vortrefflichste anschliessen, und so ist es möglich, die sämmt-
63] lichen Erscheinungen des Galvanismus in Kurzem zu einem System vereinigt zu sehen, das an Rundung und rechter Methode den andern Theilen der Physik sich gern zum Beyspiel empfehlen darf. Die oben erwähnten Beyträge u. s. w., werden

bis zur Wirklichen Errichtung desselben, die beständige Niederlage der ächten Materialien dazu seyn.

Anmerkung. Auf vorstehende Abhandlung folgt der Zeitordnung nach zunächst: 1) Beytrag zur Kenntniſs der chemischen Wirkungen des Galvanismus; — (in Göttling's) Almanach oder Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker auf das Jahr 1801. S. 178 — 197. Dieser Aufsatz enthält von eigenen Versuchen indeſs nichts, was nicht in No. X. und XII. bereits vorgekommen wäre, und ist überhaupt bloſs eine gedrängte Zusammenstellung der bis zum Dec. 1800. von der Galvanischen Batterie bekannt gewordenen chemischen Hauptphänomene, weshalb er hier wegbleibt. Eben so übergehe ich die hierauf folgenden. 2) Fernere Versuche mit Volta's Galvanischen Batterie; — in Voigt's Mag. f. d. neuest. Zust. d. Naturkunde, B. II. S. 492—552., indem später alles, was diese Abhandlung enthält, vermehrt, berichtigt und fortgesetzt, aus Ursachen, welche man im genannten Magazin, B. IV. S. 577. findet, in die unter No. XV. und XVI. folgenden Briefe an Gilbert übergetragen wurde. Die Abhandlung zerfiel in drey Abschnitte: *a*) Nachtrag zu den im September 1800 angestellten Versuchen mit Zinksilberbatterieen von 60. (s. Mag. B. II. S. 356. u. f. S. 366. u. f.); — S. 492 — 495.; *b*) Versuche mit Zinksilberbatterieen von 84 am 7 — 11. Dec. 1800; — S. 495 — 528; *c*) Versuche mit einer Zinkkupferbatterie von 84 am 19. Jan. 1801; — S. 529 — 552. Der erste Ab-

schnitt gleicht §. 18. u. 19. von No. XV., der zweyte und dritte bilden vermehrt, berichtigt und besser geordnet, den ersten Theil von No. XVI., und die am Ende von *c* versprochene aber unterbliebene Fortsetzung den zweyten Theil von No. XVI.

R.

XIII.

Vorläufige Bemerkungen über verschiedene Galvanische Gegenstände; — aus einem Schreiben an L. W. Gilbert, in dessen Annalen der Physik. B. VII. S. 373 — 379.

Inhalt.

Ueber grofse Galvanische Batterieen — Kupfer statt des Silbers — Bequeme Gröfse und Einrichtung der Platten, besonders zu der bey der Batterie so nothwendigen Reinlichkeit — Reifsbley, statt des Silbers der beste Körper — Ueber Pfaff's Wasserversuche — Ueber reines Wasser — Azot im gewöhnlichen — Art seiner Bindung in ihm — Seine Scheidung aus derselben — Neueste Galvanische Versuche.

Jena, den 28. Jan. 1801.

Ich danke Ihnen für die Aushängebogen von B. VII. St. 2. der Annalen. Ich hatte den Tag vor ihrem

Empfange, (am 24. Jan.) eben eine mühsame Arbeit über die Polarität im Galvanismus beendigt; ihre Lectüre war daher für mich eine herrliche Erfrischung. Was Herschel's Beobachtungen einem Physiker, der es ernstlich meint, seyn müssen, können Sie sich leicht vorstellen, ja, daſs sogar ein „Galvanist“ sich ihrer freuen darf, denke ich Ihnen schon in dem Aufsatze über Volta's Batterie, den Sie, lange genug versprochen, nun bald erhalten, deutlich darzuthun. — Ich batterisire, (so nennen wir es hier,) noch immer von Zeit zu Zeit, und wirklich scheint es auch sobald noch kein Ende damit nehmen zu wollen. Welche Arbeit allein, bis daſs man weiſs, womit man es eigentlich zu thun hat! Schon seit 4 Wochen habe ich alle Erfordernisse zu einer Batterie von 500 (Plattenpaaren) beysammen, aber noch immer haben mir die kleinern nicht alles gesagt, was ich mit der groſsen eigentlich zu machen habe; und bloſse Neugierde soll mich zur Sünde ihres Miſsbrauchs auch noch nicht verleiten.

Übrigens kann ich Sie versichern, daſs ich zu allen Batterieen, die ich diese Zeit her gebauet habe, statt des Silbers nichts wie Kupfer gebrauche. Die Platten sind viereckig, und halten über 4 Quadratzoll; 36 wiegen ein Pfund, das 17 Gr. kostet, und nicht mehr. Sie werden stark angefressen, das ist wahr; aber ich kann sie 5 bis 6 Tage in der Batterie lassen, und darf sie dann nur in Branntweinspülig kochen, und auf Sand abreiben lassen, so sind sie wieder, was sie waren. Ich kann sie jedem empfehlen. Die Zinkplatten, mit denen ich sie verbinde, sind rund, und um etliche Linien breiter, als ein gewöhn-

licher Laub- oder Kronenthaler. Zum Zwischenlegen habe ich noch immer dünne Pappen mit Salzwasser gebraucht, und wie stark die Wirkung von Kupfer in dieser Verbindung sey, können Sie daraus abnehmen, daſs 3 solche Lagen in destillirtem Wasser, mit Golddräthen, bei $\frac{1}{4}$ Linie Abstand dieser ihrer Enden von einander, schon Gasblasen erzeugen, und bey 4 Lagen auf der Hydrogenseite schon einen continuirlichen Strom von Bläschen geben. Bei 20 ist der Funken gewiſs.

Aber mehr als alles zur starken Wirkung einer Batterie überhaupt, thut doch die Reinlichkeit, mit der man sie besorgt. Bei den ersten, die ich zu meinem Gebrauche hatte, muſste ich ihr fast ganz entsagen; aber dem habe ich jetzt abgeholfen. Fast alles thut ein erhabner Rand, der rings um die Zinkplatten herumgeht, und der ihnen die Form gleich beim Gieſsen giebt. Er ist oben an der Seite, auf welche die Pappe zu liegen kommt, die rund umher etliche Linien schmäler ist als die Zinkplatte. Wie auch nun das Gewicht der obern Schichten auf die untern drücken und aus den Pappen Feuchtigkeit auspressen [375 mag, alle häuft sie sich innerhalb des Randes an, und kein Tropfen kömmt, wenn sonst nichts Schuld daran wird, über ihn herunter. So kömmts, daſs alle Kupfer- und Zinkplatten der Regel nach einzig auf der Seite, wo sie mit der Pappe in Berührung sind, angefressen werden. Ein kleines Glastäfelchen isolirt die ganze, Hunderte hohe Batterie, und die Glasstangen, zwischen denen die Säule in die Höhe geht, und die überall nur von den trockenen Rändern der reinlichen Kupferplatten berührt wird, werden auch nicht leiten.

Wie gesagt, so lange es nicht möglich ist. Platten aus Reiſsbley, (*Plumbago*,) in Menge und um ein Mäſsiges sich anzuschaffen, bleibt zu Batterieen, vorzüglich zu groſsen, nach dem Silber, das Kupfer die Substanz, die ich noch immer allen übrigen vorziehen werde.

Daſs Herr Pfaff es übernommen hat, zwei Portionen Wasser vermittelst Volta's Batterie, die eine ganz in Hydrogen-, die andere ganz in Oxygengas zu verwandeln, ist mir sehr lieb. Es war das Erste, was Ungläubige nach der Anstellung meiner, das Wasser als einfach, — immer mag es da stehen, — ausweisenden Versuche, von mir gefordert haben, und die groſse Batterie, um die ich schon früh bedacht war, hatte nichts als dies zur Absicht. Die Scheidung bey 376] der Wasserportionen hätte ich mit vollkommner concentrirter Schwefelsäure bewirkt, und zum Behälter des Ganzen ein bis zum Parallelstehen beyder Schenkel krummgebogenes, weites, in der Krümmung dünn ausgezognes Glasrohr gewählt, u. s. w. Mir selbst indeſs wäre, da nun das Gelingen des Versuchs keine Frage ist, durch die wirkliche Ausführung desselben, so nöthig sie auch Andern zur Überzeugung seyn mag, nichts Neues entstanden, und da seit der Zeit der wichtigen Dinge, die eine Untersuchung forderten, so viele wurden, habe ich ihn gern auf gelegenere Zeit verspart. Aber willkommen kann er uns allen seyn, wenn er einmal da ist; und wer ihn auch hervorführt, Erkenntlichkeit werden wir ihm jederzeit schuldig seyn. Sicher wird uns Herr Pfaff diesen nicht allein bringen; er hat noch manche gute Gesellschaft, von der immer einige zur Begleitung mitkommen kann.

Etwas Mühe nur wird die Darstellung eines völlig reinen Wassers machen; denn, wie es auch am Ende mit allen den Stoffen beschaffen seyn mag, etwas, (wenn auch ganz was anderes, als man so auf den ersten Anblick glauben sollte,) hat das in diesen Versuchen doch zu sagen. Alles unser Wasser, auch destillirt und ausgekocht, ist noch immer in einigem Grade *Hydrure d' azote oxydé*, und um alles [377 Azot aus ihm zu entfernen, mufs man zu sogenannten chemischen Mitteln seine Zuflucht nehmen. So langes Schütteln und Stehenlassen des ausgekochten destillirten Wassers mit Oxygen- oder auch mit Hydrogengas, bis weder im letztern Falle dieses, noch im erstern jenes, selbst nach längerer Zeit, die geringste Azotation mehr erleidet, neues Auskochen und darauf folgendes Ansetzen desselben mit einer Mischung aus reinem Oxygen- und Hydrogengas, scheint noch das Beste zu thun. Das Azot ist im Wasser gemeiniglich, (obgleich durch oberflächliche Mittel schwer zu trennen,) im Grunde nur leicht gebunden, nämlich an einen Antheil Oxygen, den das Hydrogen im Wasser auf leise Veranlassung so weit abtreten kann, dafs er sich nebenher noch mit einem Antheile Azot beschäftigen kann, der dann mit dem Oxygen und Hydrogen in Eins zusammentritt. Freyes Oxygen als Oxygengas in Berührung mit solchem Wasser, wirkt dann ziehend auf dieses Azote, das mit minderer Intensität an das, aufser mit ihm, ja noch und vorzüglich mit dem

Hydrogen des Wassers beschäftigte Oxygen gebunden ist, trennt es von ihm, und nimmt es dann als Gas neben sich auf. Freyes Hydrogen als Hydrogengas wirkt auf ähnliche Weise, nur in entgegengesetzter 378] Richtung. Näher nämlich dem, das Azot haltenden, Antheile Oxygen verwandt, als dieses, verbindet es sich mit ihm, theils zur Ergänzung des Wassers, werdend solches, theils auch als Gas es fortreifsend mit sich; das Azot aber wird ausgeschieden, und bleibt ebenfalls als Gas mit dem zu seiner Abscheidung überflüfsigen Hydrogengas vermischt zurück: — Vorgänge, die in Bezug auf das Gas selbst weit genug gedeihen können, um es begreiflich zu machen, wie der erste von ihnen, falsch verstanden, und überdies noch von mancherley unterstützt, auf die dienstfertigste Weise, noch in der neuern Zeit Gelegenheit geben konnte, zu Behauptungen und Irrthümern, die die Chemie noch bis zur Stunde nicht hat ganz verwinden können. — Übrigens ist von selbst klar, dafs die beiden Wassermengen, die in Herrn Pfaff's Versuche, die eine in Hydrogen-, die andere in Oxygengas, in gleichen Zeiten übergehen werden, sich durchaus nicht zu einander verhalten können, wie diese, d. i., sich gleich seyn werden, sondern vielmehr, dafs die Quantität Wasser, die in einer gegebenen Zeit auf der Oxygenseite der Batterie in Oxygengas übergeht, wenn anders Lavoisier's Zahlen hier noch gültig sind, an

$5\frac{2}{7}$ mal gröſser seyn muſs, als diejenige, welche in der nämlichen Zeit auf der Hydrogenseite der Batterie zu Hydrogengas umgebildet wird.

Anziehung, Abstoſsung, Vertheilung, Mittheilung, Gegensätze in beiden, Polarität der ganzen Voltaischen Batterie als Einer, Farbengegensatz der Funken, und eine wirkliche Schlagweite der letztern bey beträchtlichern Gröſsen, sind Phänomene, die ich zum Theil schon zu Anfang Decembers vorigen Jahres untersucht, zu Anfang Januars dieses Jahres aber sämmtlich ins Reine gebracht habe.

Anmerkung. Zwischen diesen Aufsatz (No. XIII.) und den folgenden (No. XIV.) fallen, der Zeitfolge nach, noch:

1) Bemerkungen über den Einfluſs der Wirkung der Galvanischen Batterie auf die Gesundheit des Experimentators; — in Voigt's Magazin f. d. neuest. Zust. d. Naturkunde. B. II. S. 561 — 564. Sie sind dem Wesentlichen nach wieder enthalten in No. XV., wo sie den §. 35. ausmachen.

2) Lösung eines Miſsverständnisses, zu dem der Aufsatz über Volta's Batterie in B. II. St. 2. dieses Magazins Gelegenheit gegeben hat; — a. a. O. S. 565 — 568. Dieser Aufsatz ist die kurze Antwort auf einen andern: „Ueber des Herrn Ritter's Galvanische Versuche, und die darauf gebaute Theorie," welchen Herr Prof. Parrot zu

Riga (jetzt in Dorpat) an die Naturforschende Gesellschaft zu Jena eingeschickt hatte. Ich lasse sie hier weg, weil dieser letztere Aufsatz nie im Druck erschienen ist, und würde aus gleichen Gründen auch dort nichts über ihn haben drucken lassen, wäre ich nicht vom Herrn Herausgeber des Magazins selbst unterm 3. Febr. 1801. eigends dazu aufgefordert gewesen.

R.

XIV.

Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus der Voltaischen Batterie. In Briefen an L. W. Gilbert. Erster Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. S. 431 — 446.

Inhalt.

Ueber das Wirkungsverhältniſs Galvanischer Batterieen zur einfachen Kette dieses Namens — Es ist gleich der Zahl der Lagen zu Eins — Deduction der Galvanischen Batterie für alle möglichen Gröſsen aus der bloſsen einfachen Galvanischen Kette — Die einzelnen Lagen haben nicht nöthig homogen zu seyn — Auch Lagen aus zwey flüſsigen und einem festen Leiter geben Batterieen — Ihr besonderer Werth zur Erklärung mancher sogenannter Verwandtschaftsanomalien — Erklärung dergleichen bey der Vegetation durch die Anwendung des Voltaischen Batterieprincips auf Pflanzen — Erklärung dergleichen im Thierreich durch Anwendung desselben auf Thiere — Wichtigkeit dieser Anwendung des Voltaischen Batterieprincips auf organische Körper überhaupt — Die Galvaneität steigt mit der Organisation, und der menschliche Organismus steht an der Spitze aller möglichen.

Jena, den 14. Februar 1801.

—Endlich bin ich dazu gekommen, Ihnen einiges von meinen zeitherigen Versuchen mit dem verstärkten Galvanismus der Voltaischen Batterie, wie ich sie immer noch nennen will, und den Resultaten derselben mitzutheilen. Ich denke, Ihnen zu zeigen, daſs ich das an Sie deshalb gethane Versprechen immer noch zu halten hoffe, ungeachtet zufälliger Weise mehreres davon bereits an andern Orten erschienen ist. Sie, der Sie wissen, wovon die Rede ist, werden übrigens am ersten bestimmen können, an wem es liegt, daſs ich Sie bitten muſs, auch hier nur Aphorismen zu suchen.

432] 1. Die zu den zunächst folgenden Versuchen angewandten Batterieen waren von verschiedner Gröſse und Zusammensetzung. Im Anfange meiner Versuche, (Mitte Septembers v. J.,) bis Anfang Decembers bestanden sie aus Zink, Silber und kochsalznasser Pappe von 60 bis zu 84 Lagen, nachher aber habe ich mich, wie Sie aus meinem letzten Briefe wissen, (S. 373.) statt des Silbers fast beständig des Kupfers bedient, und so auch mit der Flüſsigkeit der Pappe mannichfach abgewechselt. Doch kommt in allen folgenden Versuchen, auſser wo ich der Ausnahme etwa ausdrücklich erwähne, keine Batterie vor, die aus mehr als 100 Lagen bestanden hätte.

2. Es ist eine eigne, sehr weitläuftige Arbeit, alle die Umstände nach Zahl, Maaſs und Gewicht festzusetzen, die auf die Wirksamkeit Galvanischer Batterieen Einfluſs haben können, und es wird lange währen, bis sich hierüber etwas Genugthuendes wird aufzeigen lassen. Gern übergehe ich daher, was ich in dieser

Hinsicht bisher etwa bemerkt habe, um nicht durch Unvollkommenheiten der Wirkung, die einst das Ganze haben muſs, auf zu beleidigende Weise zu nahe zu treten. Nur Einiges über das Wirkungsverhältniſs Galvanischer Batterieen zur einfachen Kette dieses Namens im Allgemeinen.

3. Die Kraft einer Galvanischen Batterie ist die mehrfache einer aus den gleichen Körpern und auf gleiche Weise zusammengesetzten einfachen Galvanischen Kette, und bey sorgfältiger und durchgängig gleichförmiger Construction derselben wird sich überhaupt die mögliche absolute Kraft einer [433 gegebenen Galvanischen Batterie zu der einer aus den gleichen Gliedern u. s. w. componirten einfachen Kette allemal verhalten, wie die Zahl der Lagen zu 1. Es ist leicht, dies zu beweisen. Ich darf Sie hierzu nur an den Satz erinnern, den ich schon vor 4 Jahren gefunden, und in meinem Beweise, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite, (Weimar, 1798. 8.) S. 76. für gewöhnliche Galvanische Ketten, in der mir damals gebräuchlichen Nomenclatur des Galvanismus, so ausgedrückt habe: „Sich entgegengesetzte Bestimmungsgründe für Actionen von gleicher Gröſse heben einander auf; wenn sie ungleich sind, hebt der schwächere von dem stärkern so viel auf, als er, der schwächere, beträgt; überhaupt aber gleicht die Gröſse der wirklichen Thätigkeit einer Galvanischen Kette der Differenz zwischen der Gröſsensumme der nach einer Richtung bestimmten Actionen, und der Gröſsensumme der nach der entgegengesetzten Rich-

tung bestimmten, und ihre Richtung ist die der grössern von beiden Summen. Ist jene Differenz gleich Null, d. i. sind beide Summen sich gleich, so ist auch die Thätigkeit der Kette gleich Null. Ist jene grösser als Null, so drückt das Um-wie-viel die Gröfse dieser Thätigkeit aus."

4. Nach diesem Gesetze, das für ganze Ketten wie für einzelne Theile derselben gilt, ist die Action daselbst gleichmäfsig in

434] (No. I.) und in (No. II.)

(No. I.)		(No. II.)	
Frosch		Frosch	
Silber	Silber	Silber	Silber
Zink	Zink	Zink	Zink
Frosch		Frosch	Frosch
= o;		Silber	Silber
		Zink	Zink
		Frosch	
		= o	

5. Bringt man aus der Kette No. I. eine Verbindung Zink + Silber heraus, so entsteht:

Frosch Frosch

Silber Frosch = Silber Zink = 1;

Zink

Und aus der Kette No. II. wird bey gleicher Behandlung:

Frosch Frosch

Silber Silber Frosch

Zink Frosch Zink Silber

Frosch Silber = Frosch = Silber Zink = 1

Silber Silber Zink

Zink Zink Zink

Frosch Frosch

6. Für No. I. war diese Reduction die gröfste, deren sie fähig war; No. II. aber kann noch eine erlei-

den, und durch nochmalige Wegnahme von Silber und Zink auf derselben, (rechten), Seite übergehen in:

$$\begin{matrix} & \text{Frosch} & \\ \text{Silber} & & \text{Zink} \\ \text{Zink} & & \text{Silber} \\ & \text{Frosch} & \end{matrix} = 2\left(\begin{matrix} & \text{Frosch} & \\ \text{Silber} & & \text{Zink} \end{matrix}\right) = 2;$$

welches ihr Letztes ist.

7. Es steht aber No. I. zu No. II. in Rücksicht der Energie ihrer Action im Zustande der Reduction der Kette auf die angegebene Weise, in dem Verhältnisse von 1 : 2. In demselben Verhältnisse steht [435 aber auch 2 : 4, 3 : 6, ... x : 2 x. Wie oft sich also auch in einer gegebenen Galvanischen Kette Silber, Zink und Frosch wiederholen mögen, sobald es nur auf beyden Seiten in gleicher Menge und so geschieht, daſs jedem Zink + Silber + Frosch der einen Seite, ein ähnlich liegendes ihm entgegengesetztes Zink + Silber + Frosch der andern correspondirt, und auſser diesen Correspondenzen nichts anderes weiter in der Kette enthalten ist; wird jederzeit, wenn man die auf die eine Weise correspondirenden Verbindungen sämmtlich aus der Kette entfernt, und dadurch die eben so groſse Zahl der vorher durch jene aufgehobenen, (welche die Hälfte von den überhaupt in der Kette gewesenen Verbindungen ausmacht), in Freyheit setzt, beym Schlieſsen der Kette eine Action begründet werden, die sich zu der, welche eine einzelne Verbindung von Zink + Silber + Frosch zur Kette giebt, verhält, wie die Anzahl der vorhandenen wirkenden Verbindungen zu 1.

8. Aber der Leiter der von Volta sogenannten zweyten Klasse, dessen Stellen hier Frösche vertraten,

darf keinesweges eben thierischer Natur seyn; ich hatte die Unnöthigkeit der Gegenwart thierischer Theile zur Wirksamkeit einer Galvanischen Kette längst erwiesen. (S. diese Annalen, B. II. St. 1. S. 80 84. u. f., und Beyträge zur nähern Kenntnifs des Galvanismus u. s. w., B. I. St. 1 und 2. 436] S. 111 — 284.) Er sey also Wasser. Und damit gilt Alles, was ich im Vorigen von Galvanischen Ketten der gewöhnlichen Composition ausmachte, auch vom Galvanismus, rein durch anorgische Körper begründet. Was sind aber alle mögliche Fälle

von $\left.\begin{array}{l}\text{Wasser}\\ \text{Silber}\\ \text{Zink}\end{array}\right\} \times (1 + x)$ anders als sogenannte Galvanische Batterieen?

Oder bestimmter für meinen Fall, für das Schema selbst aber, da der Leiter der zweyten Klasse eine Flüfsigkeit, Feuchtigkeit seyn kann, welche es will, nichts abändernd: was sind

$\left.\begin{array}{l}\text{Kochsalzauflösung}\\ \text{Silber oder Kupfer}\\ \text{Zink}\end{array}\right\} \times 100$ anders als eben eine Galvanische Batterie von der Art,

wie ich mich ihrer zu meinen Versuchen bediente?

9. So haben Sie die Deduction der Galvanischen Batterie für alle möglichen Gröfsen aus der blofsen einfachen Galvanischen Kette. Sie sehen, wie leicht es gewesen wäre, längst auf sie zu kommen, und uns so schon jetzt im Besitze alles dessen zu sehen, was sie uns nun binnen mehrern Jahren erst entdecken lassen mufs. Aber so geht es uns überall. Hinterher wissen wir immer genau, dafs es so seyn mufste, aber von wie Wenigem wissen wir, dafs es so seyn wird! Nur selten öffnet uns die Natur auf Augenblicke die Augen, um es uns doch zu zeigen,

was wir vermöchten, wenn wir es wagen wollten, sie länger offen zu halten. Denn wirklich dürfen wir nur sehen, um zu finden, und selbst dem Suchen geht dieses Sehen überall voran; wie will man [437
suchen, ohne zu wissen, was? —

10. Es ist noch nicht bekannt, auf welchem Wege Volta zu seiner Entdeckung gelangt sey. Aber unverzeihlich bleibt es mir immer, ihr so in der Nähe gewesen zu seyn, ohne je von dem, was ich täglich in Händen hatte, Anwendung zu machen. Ich habe sogar Actionen in componirten, mehrmals Körper der zweyten Klasse zwischen festen oder Körpern der ersten Klasse enthaltenden Ketten, bei der Berechnung letzterer, wirklich addirt, wirklich subtrahirt, und doch habe ich nie absichtlich Zusammensetzungen von Actionen oder ihren Bestimmungsgründen vorgenommen, um damit im selbigen Verhältnisse gröſsere Wirkungen hervorzubringen. So finde ich z. B. in einem meiner Diarien unter den Fällen, die ich mir vor zwey Jahren schon für anzustellende Versuche aufgezeichnet hatte,

die Kette:		verrechnet zu
Wasser		(Zink Magnesiumoxyd-Action
Eisen	Gold	+ Gold Kohle Action)
Kupfer	Kohle	— (Eisen Kupfer Action
Wasser	Wasser	+ Zinn Silber Action)
Zinn	Zinn	= Zink Zinn Act. + Silber
Silber	Magnesium-oxyd	Magnesiumoxyd-Action
Wasser		+ Gold Kohle Act. — Eisen Kupferaction;

Berechnungen, in denen nicht allein bereits ein Anfang von Galvanischer Batterie, (die addirten Actio-

nen,) sondern selbst Fälle vorkommen, die zu ihrer
438] Analyse mehr Gewandtheit, als zur eigentlichen
Ansicht und weitern Anwendung jenes nöthig ist, erfordern, und aus denen neben Anderm zugleich noch das folgt, daſs alle und jede Verbindungen von festen Körpern, welche sie auch seyn mögen, sobald sie nur zu einander in demjenigen räumlichen Verhältnisse stehen, daſs ich, nach meiner sonstigen Sprache des Galvanismus, sagen könnte, die Richtung aller dadurch begründeten Actionen sey überall dieselbe, in ihrer Composition eine Batterie bilden werden, deren Wirkung der Summe aller einzelnen zusammengenommen gleich kommt.

11. Es bedarf übrigens wohl keiner nähern Weisung, daſs die Anwendung dieses Satzes bey der Construction Galvanischer Batterieen, die sehr groſs werden sollen, und zu denen man eben nicht Zink und Silber, kurz, nicht immer eben dieselben Substanzen in hinlänglicher Anzahl haben kann, von Wichtigkeit werde, indem ihm zu Folge Fortsetzungen von

W a s s e r (▽) S i l b e r W i s m u t h, ▽ R e i ſ s b l e y Z i n n, ▽ K o h l e B l e y etc.

oder

▽ Z i n n Z i n k, ▽ R e i ſ s b l e y E i s e n, ▽ M a g n e s i u m o x y d K u p f e r etc.

eben so gut Galvanische Batterieen von beträchtlicher Wirksamkeit geben, als homogene Wiederholungen von Z i n k und S i l b e r, Z i n k und K u p f e r, Z i n n und S i l b e r, Z i n k oder Z i n n und G o l d oder K o h l e oder R e i ſ s b l e y oder M a g n e s i u m o x y d;
439] Verbindungen, von denen die drey erstern bereits häufiger angewandt sind, die folgenden aber zum Theil zur Construction gröſserer Batterieen darum vor-

züglich nützlich seyn könnten, weil sie theils unter die wirksamsten Galvanischen Verbindungen, die wir überhaupt kennen, gehören, theils aber auch für den Ort und Augenblick oft mit weniger Schwierigkeiten in Menge herbeyzuschaffen sind, als die erstern.

12. Die Galvanische Batterie ist überall nur als das Mehrfache der einzelnen Galvanischen Kette zu betrachten. Alles, was von der Batterie gilt, gilt auch, nur in demselben Verhältnisse, in welchem die einzelne Kette kleiner ist, als die Batterie, von der einzelnen Kette, und so Alles, was von letzterer gilt, wieder, nur im umgekehrten Verhältnisse, von der Batterie. Lassen Sie mich das noch weiter verfolgen. — Sie wissen, daſs zur Hervorbringung Galvanischer Wirkung in der einfachen Kette nicht eben gerade zwey feste Leiter des Galvanismus und ein flüssiger nöthig sind; es ist eben so gut nur einer der ersten mit zwey verschiednen der letztern Art dazu geschickt. Solche Fälle sind z. B.

Kali- oder Natron- oder Ammoniak-Auflösung, Zink oder Bley oder Zinn u. s. w., und Wasser;

Schwefelkali- oder Schwefelammoniak-Auflösung, Silber oder Gold oder Reiſsbley oder Magnesiumoxyd, und Wasser;

Neutral- oder Mittelsalz-Auflösungen, z. B. salzigsaure Natronauflösung, Zink und Wasser;

salpetersaure Kaliauflösung, Silber und Wasser;

salzigsaure Barytauflösung, Zinn und Wasser;

440] Metallsalz-Auflösungen, z. B. essigsaure Bleyauflösung, Bley und Wasser; schwefelsaure Eisenauflösung, Eisen und Wasser;

oder auch Substanzen, die aus dem Pflanzenreiche u. s. w. abstammen, wie concentrirte Opiumauflösung mit einem Metalle, oder ganz ohne dieses mit Kohle, Reifsbley u. s. w., und Wasser.

Alles sind Verbindungen, die Galvanische Ketten, und zwar mit einem Grade von Wirksamkeit geben, der oft dem nicht nachsteht, den man an Ketten gewohnt ist, die auf die gemeine Weise aus zwey selbst ziemlich verschiednen Metallen oder andern festen Galvanischen Leitern und einer Flüfsigkeit construirt sind. Mehrfach schicklich mit einander verbunden, werden also auch sie auf dieselbe Weise Batterieen von grofser Wirksamkeit geben und geben können, wie es letztere thun. Von practischem Nutzen, z. B. um bey anzustellenden Versuchen die jetzt fast durchgängig übliche Zink-Silber-Batterie zu vertreten, werden sie nicht seyn; ihre Zusammensetzung ins Grofse würde zu umständlich ausfallen: als Erklärungsgrund aber so vieler zum Theil bereits bekannter, zum andern noch unbeachteter sogenannter Verwandtschafts Anomalieen in der Chemie, ähnlicher Anomalieen in der Physik, u. s. w., wird es indefs immer höchst wichtig seyn, sich mit ihnen näher bekannt gemacht zu haben, wenn man, nachdem man weifs, welche mächtige chemische Paradoxieen sich durch den Galvanismus, besonders den verstärkten, hervorbringen lassen, finden wird, dafs jede dieser Anomalieen, wenn nicht
441] etwa ein einziger schon vorhandener kettenähnli-

cher Conflict von heterogenen Substanzen alles bewirkt, zuletzt nichts anderes, als eine wirkliche, nur durch den Zufall oder die unbewufste Willkühr des Experimentators und oft aufs mannigfaltigste erzeugte, bald gröfsere, bald kleinere Galvanische Batterie correspondirt, die von den gewohntern höchstens durch ihre äufsere Form und die Kleinheit ihrer Sphäre, bey oft fast ins Unendliche gehender Zertheilung und Vertheilung der Glieder derselben abweicht.

13. Unter den kürzlich genannten Fällen Galvanischer Kettenverbindungen kam unter andern eine vor, deren eines Glied vegetabilischer Natur war. So sind überhaupt vegetabilische Substanzen, sobald sie nur Leiter des Galvanismus sind, auch zu dessen Erzeugung geschickt oder mitgeschickt, je nachdem sie blofs Theile Galvanischer, sonst zugleich noch aus Substanzen anderer Herkunft zusammengesetzter, Ketten ausmachen, oder auch unter der Bedingung der gehörigen Verschiedenheit von einander, sie ganz allein bilden. Der erste Fall kommt in einer Menge bisher angestellter Versuche bestätigt vor, und der zweyte läfst, wenn man es auch bisher noch nicht direct gethan hat, doch sich mittelbar auf das evidenteste erweisen. Aller Galvanismus ist Einer, und so gleicht auch die durch vegetabilische Substanzen mit oder allein erzeugte Action ihrer Natur nach ganz der, die man in Ketten gewöhnlicher Art, oder auch in ganz aus anorgischer Materie componirten, antrifft. Auch [442 die durch Vegetabilien gebildete Galvanische Action mufs also, jeder andern gleich, ebenfalls einer Addition zu Summen, deren Träger, Behälter man Batterieen nennt, fähig seyn. Was aber Galvanis-

mus auf Veränderung und Umkehrung der Richtung und Wirkungsäuſserung chemischer Kräfte vermag, ist bekannt. Wen mag es nun noch wundern, diese Veränderung, Umkehrung gerade da wirklich anzutreffen, wo sie, allen Gründen nach, so sehr hingehört, und wer mag ferner noch an ein dem Organismus ausschlieſslich zugehöriges, zu dieser Umkehrung Gelegenheit gebendes eignes Princip denken wollen? Jede Pflanze ist, vom Galvanismus aus angesehen, nichts als ein Aggregat von unzähligen kleinen Galvanischen Ketten zu Batterieen, und dieser zu einer letzten Batterie-Batterie, und wie ich VOLTA's Batterie durch Gold (s. die Folge) Zink aus seinen Auflösungen fällen lasse, da sonst letzteres das erstere überall niederschlägt; so wird ja auch in Pflanzen, *B* aus *A*-Auflösung *A* niederschlagen, und das sich als Bestandtheil der Pflanze ansetzen können, was getrennt vom Ganzen, (auſser dieser Batterie), überall das Gegentheil erleiden, d. i. von *A* niedergeschlagen werden würde, und der erste Proceſs wird wirklich wieder in den letzten über- oder zurückgehen müssen, wenn diese Trennung wirklich erfolgt, und nichts anderes als dieser Uebergang wird es seyn, der
443] bey organischen Producten den Charakter dessen ausmacht, was man Fäulniſs nennt.

14. Aber wird es bey dem andern Theile organischer Körper, bey den Animalien, wohl anders seyn? Thierische Substanzen sind im Allgemeinen noch weit bessere Leiter des Galvanismus, als vegetabilische. Hier wird also auch der Galvanismus ein weit freyeres Spiel haben, und alles, dessen er fähig ist, weit vollkommner erreichen können, als dort.

Alles demnach, was vorhin von den Pflanzen galt, wird im nämlichen, nur gröſsern, Verhältnisse auch von den Thieren wahr seyn. Die Gleichheit der Galvanischen Action in Ketten aus bloſs thierischen Theilen mit der in Ketten, die aus thierischen und anorgischen Theilen gemischt sind, habe ich bereits in meiner ersten Schrift über Galvanismus, (*Beweis, daſs ein beständiger Galvanismus den Lebensproceſs im Thierreiche begleite,*) dargethan, und an mehrern Orten der später erschienenen *Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus* bestätigt; für alle aber, die dessen ungeachtet noch an jener Identität, so wenig sie auch Ursache dazu haben können, zweifeln wollten, so viel es nur irgend dem Gegenstande nach möglich seyn mochte, aufs Viel- und Mannigfachste in einer eigen dazu bestimmten Abhandlung im 3ten St. des ersten Bandes der genannten *Beyträge*, (welches nächstens mit dem 4ten zugleich wird ausgegeben werden,) vollends bis zur unumstöſslichsten Gewiſsheit gebracht, und über dies noch den eben so strenge geführten Beweis ihrer Identität mit der in reinanorgischen [444 Ketten, wie die sind, aus denen Volta's Batterie zusammengesetzt ist, hinzugefügt. Die rein durch Animalien bestimmte Galvanische Action muſs folglich durch Anhäufung ihrer Bestimmungsgründe eben so zu beträchtlichen Summen anwachsen können, wie die zum Theil oder rein durch Substanzen anorgischer Herkunft erzeugte, denn beyde sind ja eine und dieselbe. Jedes *Thier* ist also eben so gut, wie jede Pflanze, ja aus dem oben angegebenen Grunde in noch weit vollkommnerm Grade, als diese, eine ganze *Batterie von Galvanischen Batterieen* der

mannigfachsten Zusammensetzung, und wenn, was Wahrscheinlichkeit genug für sich hat, von Humboldt's, (s. dessen Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, B. I. Posen und Berlin 1797, 8., S. 151.) für thierische (oder überhaupt für organische) Flüſsigkeiten aufgestelltes Gesetz, „daſs sie nämlich als um so wirksamere Leiter des Galvanismus erscheinen, je mehr sie belebt sind, d. h. je weniger ihre Elemente nach den von uns anerkannten Gesetzen der chemischen Affinität gemischt sind,“ nur der kleinere Theil eines gröſsern allgemeinen seyn sollte, „daſs überhaupt die Leitungsfähigkeit gleichnamiger Theile von thierischen Körpern für Galvanismus um so gröſser sey, je höher der Grad von Animalität dieses Körpers, die Stufe von Organisation, auf der er sich befindet, ist:“ was ist dann natürlicher, als daſs der Mensch, an der Spitze aller Organisation auf Erden, wie er von der Natur dahin gestellt ist, auch
445] an der Spitze aller möglichen Galvaneität steht; daſs er es ist, in dem das System des Galvanismus, wie es in belebten Körpern sich organisiren kann, die gröſste Vollendung, Geschlossenheit, Continuität und Intensität seiner innern Einheit erreicht, die ihm überhaupt im Organismus auf Erden irgend werden kann? Auch physikalisch genommen ist es also der Mensch, auf den Alles, was den Galvanismus, das Studium und die Erweiterung seiner Sphäre angeht, die nächste Beziehung hat. Und so war es wohl natürlich, wenn ich in meinem nun seit $3\frac{1}{2}$ Jahren gefundenen Beweise der Gegenwart des Galvanismus im Thierreiche, Alles, was ich damals vom Galvanismus selbst wuſste, zunächst immer auf die physischen und pathologischen Erscheinungen des

menschlichen Körpers anwandte; — und in der That, noch habe ich keinen Grund, das Mindeste von den Erwartungen, die ich in jener Schrift, §. 25. S. 159 — 167. für die Gesundheits - und Krankheitslehre des Menschen aufstellte, zurückzunehmen, im Gegentheile könnte ich sie mit ähnlichen und selbst wichtigern auf die gerechteste Weise vermehren; aber es wird der Sache selbst nützlicher seyn, sie vor der Hand noch zurückzuhalten. Vielleicht ist die schöne Zeit nicht mehr so fern, daſs sich die, welche es eigentlich angeht, noch einmal näher und ernstlicher für den Galvanismus und dessen Studium interessiren werden, als es bisher geschah. Dann wird sie das Verständniſs und die Überzeugung der Gültigkeit jener, schüchtern genug nur als Vermuthung aufgestellten, [446 Gewiſsheiten lebhaft genug überraschen, um sie nun auch für das Weitere auf eine würdige Art empfänglich zu machen. Möge diese Hoffnung nicht vergeblich seyn! O, sie wird es nicht, und der lebendige Glaube daran soll uns ferner Muth genug gewähren, unsre fortgesetzten Bemühungen für Wahrheit und Recht nicht durch Kleinigkeiten beschränken zu lassen, die nur gleichsam dazu dazuseyn scheinen, daſs sie uns prüfen, ob es mit unserm Thun auch wirklich so redlich gemeint sey, wie wir es uns so gern überreden mögen.

15. Lassen Sie uns wieder zum Gegenstande selbst zurückkehren, und verzeihen Sie, wenn, was zuerst nur eine beyläufige Anmerkung ausmachen sollte, mir unvermerkt fast zur Abhandlung selbst herangewachsen ist. Zu dem, was ich einmal sagte, hätte eigentlich noch weit mehr gehört, als ich gesagt habe, und,

da dieses Mehrere sich zu weit von den Grenzen dieses Briefs entfernt, um in demselben eine Stelle zu finden, auch das Wenigere lieber ganz wegbleiben sollen. Doch will ich es stehen lassen, überzeugt, durch dasselbe, seiner Unvollständigkeit ungeachtet, Betrachtungen eingeleitet zu haben, die, ausgeführt und angewandt, das, was ich für den Augenblick noch zusetzen könnte, weit hinter sich zurücklassen werden.

XV.

Versuche und Bemerkungen über den Galvanismus der Voltaischen Batterie. In Briefen an L. W. Gilbert. Zweyter Brief; — in Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. S. 447 — 484.

Inhalt.

Wirkung des Galvanismus der Batterie auf menschliche Sinnesorgane — Auf die Organe des Gefühls — des Temperatursinns — des Geschmacks — des Geruchs — des Gehörs — des Gesichts — Bey der Schlieſsung — Während derselben — Und bey der Trennung — Durchgängiger Gegensatz der Wirkungen nach den Polen der Batterie — Durchgängiger Gegensatz derselben nach der Schlieſsung und Trennung — Einfluſs der Gröſse der Verbindungsfläche mit der Batterie auf den Grad der Wirkung — Wichtigkeit dieses Umstandes für die gesammte Wirkungssphäre des Galvanismus — Einfluſs der Wirkung der Batterie auf die Gesundheit des Experimentators.

Jena, den 17. Februar 1801.

16. Was über Wirkung des Galvanismus auf menschliche Sinneswerkzeuge aus Versuchen mit den

einfachen Ketten bisher bekannt war, finden Sie ziemlich vollständig in meinem Beweise u. s. w. 1798. §. 15 — 18. S. 78 — 104. und ich weiſs nicht, daſs seit der Zeit etwas von Merkwürdigkeit hinzugekommen wäre. Sie verbinden mich, wenn ich annehmen darf, daſs Sie vor dem Lesen der folgenden Bemerkungen jene §§. von neuem durchlaufen haben.

17. Ich fange mit dem an, was ich, (wie 3 — 15 des Vorigen), bereits im October v. J. für Sie niederschrieb, und den Monat vorher an Zink-Silberbatterieen von 60 beobachtet hatte.

— „Die oberste Zinkplatte dieser Batterie war, um Dräthe einhängen zu können, mit einem Haken *a*, und die untere Silberplatte mit einem ähnlichen *b* versehen. Bey der Verbindung beyder durch zwey recht naſs gemachte Finger der beyden Hände gab diese Batterie Schläge, die bis über die Länge der beyden berührenden Finger hinaus, oft selbst bis an das Gelenk der Hände drangen. Verbanden sich mehrere mit
448] feuchten Fingern sich anfassende Personen zur Kette zwischen *a* und *b*, so empfanden sie alle den nämlichen Schlag, und in einer Stärke, die bey der Verbindung weniger Personen fast die nämliche war, bey mehreren aber im Verhältnisse ihrer Anzahl abnahm. Übrigens scheint dieser Schlag weit eindringender und innerlicher zu seyn, als gewöhnliche electrische Schläge von gleicher Stärke.*)

*) Wahrscheinlich war es das Nämliche, was Volta veranlaſste, von diesem Schlage zu sagen, er gleiche dem einer schwach geladenen (electrischen) Batterie von sehr

18. Brachte ich statt des einen Fingers die Zunge mit dem einen der beyden Haken der Batterie in Verbindung, so fühlte man jedesmal empfindliche mit den bekannten Arten von Geschmack begleitete Schläge, und zwar so, dafs der in der Verbindung Zink, Zunge.... Finger, Silber mit starkem sauren Geschmacke begleitete, bey aller seiner Stärke viel milder und stumpfer war, als der stechende, schneidende oder gleichsam bohrende mit sogenannt alkalischem Geschmacke begleitete in Silber, Zunge ..., Finger, Zink. Beyde Empfindungen dauerten, wie zu erwarten war, das ganze Geschlossenseyn der Kette durch fort. Beym Eintritte beyder zeigte sich ein starker, sich über das ganze Gesicht verbreitender Lichtschein, und bey genauer Aufmerksamkeit bemerkte man auch hier fortdauernde entgegengesetzte Lichtzustände, von denen der erstere bey Zink, Zunge etc. positiv, oder eine Erhöhung, der andere hingegen bey Silber, Zunge etc. negativ, oder eine Verminderung der im Auge vorher gegenwärtigen Lichtmasse war. Diese Lichter- [449
scheinung trat überhaupt bey jeder Verbindung irgend eines den Galvanismus leitenden innern oder äufsern Theiles des Vorderkopfs, z. B. der innern Fläche der Backen, der Nase, der Nasenspitze*), der spongiösen

grofser Oberfläche. S. Nicholson's *Journ. of nat. phil.* Vol. IV. Jul. 1800. p. 180; und *Annalen der Physik.* B. VI. S. 342.

*) Fast in allen, vorzüglich aber in diesen beyden Fäl- [449
len, war zugleich der ganze Mund wie mit einem Dufte erfüllt, dessen Geschmack fortdauernd während des Ge-

Substanz der Zähne, dem Gaumen u. s. w., ein, und war jederzeit mit einem mehr oder weniger empfindlichen Schlage *), und fortdauernden Empfindungen, die verschieden waren nach der Verschiedenheit des Organs uud dem Verhältnisse desselben zu der Batterie, begleitet.

19. Am stärksten aber hatte ich die erwähnten Erscheinungen, wenn ich das Auge selbst in die Verbindung brachte, und am vernehmlichsten, wenn ich sie gegen Abend im Halbdunkel anstellte. Ich brachte dazu einen durch Drath mit einer der Endplatten der Batterie verbundnen Metallknopf in das offne Auge, und einen feuchren Finger unmittelbar, oder die Zunge **), die Nase u. s. w., ebenfalls durch Drath, mit

schlossenseyns der Batterie, ebenfalls, je nachdem die Nase mit diesem oder jenem Ende der Batterie communicirte, sich bald mehr nach diesem, bald nach jenem, hinzog. Bey Zink, Nase zeichnete sich der sich über die ganze innere Mundfläche verbreitende saure Geschmack ganz vorzüglich aus.

*) Äuſserst empfindlich und bis zur Unausstehlichkeit widerlich wurden diese Schläge, wenn ich statt eines der genannten Theile einen feuchten oder noch besser zugleich hohlen Zahn, (oder mehrere), mit dem, zuvor an jenem Theile gelegenen Drathe u. s. w., vorzüglich wenn dies der von dem Silberende *b* der Batterie herkommende war, verband, und dann wie gewöhnlich die Kette schloſs.

**) Die hierbey erfolgenden Schläge u. s. w. gehören mit 450] denen, die man bey der Verbindung von Auge oder Zunge und Anus oder Urethra durch die Batteriekette erhält, zu den stärksten, die überhaupt eine Galva-

der andern Endplatte in Berührung. In Zink, [450
Auge, Silber erschien dann bey der Schliessung der Kette neben einem ziemlich starken, plötzlich eintretenden, doch in dieser Verbindung nicht so heftig, wie in der andern, ausfallenden Schmerze im Auge, ein außerordentlich heller und lebhafter Blitz, der aber doch nichts als der Eintritt des bereits erwähnten erhöhten Lichtzustandes, der hier nur besonders stark ausfällt, war, indeſs ein ähnlicher seinem, mit der Trennung der Kette eintretenden, Aufhören entsprach. In Silber, Auge, Zink war ebenfalls bey der Schlieſsung wie bey der Trennung der Kette heftiger Blitzschein vorhanden, nur daſs hier beyde Blitze dem Ein- und Austritte eines, nicht erhöhten, sondern verminderten Lichtzustandes des Auges entsprachen.

20. Auch habe ich bey dieser Gelegenheit eine Vermuthung bestätigt gefunden, die ich bereits vor $2\frac{1}{2}$ Jahren gehabt, und seit der Zeit Mehrern mitgetheilt hatte*), die nämlich, daſs auſser dem, was ich positive und negative Lichtzustände genannt habe, bey der Einwirkung des Galvanismus auf das Auge noch eine Farbenerzeugung in demselben vorgehe, deren Produkt verschieden sey nach der Ver-

nische Batterie von gegebener Gröſse unter übrigens gleichen Umständen geben kann, und besonders den letztern wird man nicht gern mehrmals wiederholen. Vergleiche für einfache Galvanische Ketten meinen Beweis u. s. w., §. 16. S. 85.

*) Vergl. Schelling's Äuſserung in seinem ersten Entwurfe eines Systems der Naturphilosophie, (Jena u. Leipzig 1799. 8.), S. 184. 185.

schiedenheit der Construction der Bedingungen, unter
451] denen sie Statt haben kann. Indem ich nämlich eines Abends bey Halbdunkel Versuche über die erzählten Lichterscheinungen im Auge anstellte, und zur Hervorbringung des positiven Zustandes eben den Knopf eines mit dem obern Zink (*a*) der Batterie in Berührung stehenden Drathes ins Auge, und den nassen Finger der einen Hand mit dem untern Silber (*b*) der Batterie in der Stellung meines Körpers in Verbindung brachte, daſs das genannte Auge gegen die vier ungefärbten Glassäulen des Apparats gerichtet war, erschienen sie mit dem Augenblicke der Schlieſsung sogleich in einem sehr deutlichen bläulichen Lichte, und behielten diese Farbe so lange, als die Kette geschlossen blieb; gleich nach dem Moment ihrer Trennung aber erschienen sie mit einer röthlichen Farbe, die nach und nach schwächer wurde, und endlich ganz wieder verschwand. Stand dasselbe Auge auf ähnliche Weise mit dem Silber (*b*), die Finger der Hand aber mit dem Zink (*a*), in Verbindung, so erschienen die Glasstäbe mit der Schlieſsung der Kette und während des Geschlossenseyns in röthlichem, vom Augenblicke der Trennung an aber in einem allmählig abnehmenden und zuletzt gänzlich verschwindenden bläulichen Lichte. Ich habe diese Versuche, die übrigens zu ihrer Anstellung, wenn sie gelingen sollen, einen nicht geringen Grad von Geübtheit des Auges wie des Beobachters *) erfordern, mehr-

*) Herr Pfaff hat diese Versuche, seitdem sie bekannt geworden, vollkommen bestätigt gefunden. S. Annalen. B. VII. S. 253.

mals wiederholt, und jedesmal die nämlichen Erfolge und aufs bestimmteste wieder erhalten.

21. In einfachen Galvanischen Ketten kommt in Rücksicht des Grades und der Art des Vorgangs, dem in sie gebrachte Organe bey der Schliefsung der Kette ausgesetzt sind, beträchtlich viel auf den Ort, wo die Kette geschlossen wird, an. So auch bey dem Mehrfachen dieser Ketten, der Batterie. Es war z. B. gar [452 nicht einerley, ob ich, wenn mein Körper Glied der Verbindung zwischen dem Zink- und dem Silberende der Batterie war, das Zink- oder das Silberende zuerst mit demselben in Verbindung setzte, und so das eine Mal beym Silber-, das andere Mal beym Zinkende derselben schlofs. Wurde in Zink, Zunge Finger, Silber, mit den ersten beyden Gliedern geschlossen, so war aufser dem gewohnten Geschmacke auf der Zunge noch ein heftiger Schlag durch dieselbe vorhanden, wie oben bereits erwähnt worden. Schlofs ich hingegen mit den beyden letztern, so blieb dieser weg, und die Zunge hatte blofs Geschmack. In Zink, Auge Finger, Silber, war im ersten Falle neben dem starken Blitze, zugleich ein schmerzender Schlag bey der Schliefsung vorhanden: im letztern hingegen fehlte dieser fast, und blofs ein mäfsiger Blitz war vorhanden. Auch in Zink, Finger Finger, Silber, war der Schlag im Zinkfinger im ersten Falle stärker, als im letztern, so wie überhaupt unter jeder Verbindung der Schlag für den Silberfinger allemal stärker ausfiel, als für den Zinkfinger.

22. Die Schliefsung der Kette ist keinesweges der einzige Fall, in welchem Galvanische Batterieen Schläge geben; dasselbe geschieht auch bey der

Trennung. Nur sind diese letztern weit schwächer, als jene, so daſs sie, wenn jene eben keine beträchtliche Gröſse haben, wohl ganz unmerklich bleiben können. Bey frisch construirter Batterie, recht feuchten Händen, und gehöriger Aufmerksamkeit aber haben sie mir nie gefehlt. Ganz der Analogie aus den einfachen Galvanischen Erscheinungen gemäſs ist es, daſs diese Schläge allein oder am stärksten auf der Zinkseite der Batterie sind, da bey den Schliessungschlägen gerade die auf der Silberseite
453] die stärksten sind. Übrigens hat auch auf diese Schläge der Ort, an dem die Trennung geschieht, einen eben so entschiedenen Einfluſs, als es bey denen, von welchen bisher nur immer die Rede gewesen ist, der Fall war. In Zink, Auge Finger, Silber, z. B., empfand das Auge keinen Schlag neben den bereits bekannten sich auf den Lichtzustand des Auges beziehenden Modificationen, wenn die Trennung mit Finger, Silber, wohl aber, wenn sie mit Zink, Auge, geschah, und dasselbe hatte unter ähnlichen Umständen auch bey der Zunge auf seine Art Statt."

— Es ist über vier Monate her, daſs ich vorstehende Versuche anstellte und niederschrieb. Ich habe sie seit der Zeit mit Batterieen von verschiedner Stärke aufs mannigfaltigste wiederholt, und noch mancherley bemerkt, was näherer Beachtung werth ist. Verzeihen Sie, wenn ich mich bey Erzählung desselben an keine andere Ordnung binde, als in der es mir einfällt.

23. Ein allgemeines Resultat aus allem, was ich zu und seit jener Zeit bis jetzt über Empfindungserzeugungen durch verstärkten Galvanismus

wahrgenommen habe, ist es, daſs, an welchem Organ und unter welchen Umständen auch der Versuch angestellt wird, die Wirkungen, welche die Zinkseite der Batterie in gleichnamigen sensibeln Organen bey der Schlieſsung der Kette hervorbringt, durchaus die entgegengesetzten sind von denen, die bey derselben Schlieſsung die Kupfer- oder Silberseite der Batterie hervorbringt; daſs, was während der Schlieſsung der Kette auf beyden Seiten von Empfindung u. s. w. fortdauert, eben so entgegengesetzt ist; daſs auch das, was bey Trennung [454 der Kette in den in ihr gewesenen Organen vorgeht, auf der Zinkseite der Batterie das Entgegengesetzte von dem auf der Kupfer- oder Silberseite ist; daſs, wo Zustände, die durch die Trennung der Kette in diesem oder jenem Organe veranlaſst sind, nach der Trennung noch eine Zeit fortdauern, auch sie bis zum gänzlichen Verschwinden sich eben so entgegengesetzt bleiben; und endlich, daſs, was auf der Zinkseite der Batterie bey der Schlieſsung eintritt und nach Umständen auch fortdauert, das Entgegengesetzte ist von dem, was auf derselben Seite bey der Trennung eintritt und fortdauert, und eben so das, was auf der Kupfer- oder Silberseite der Batterie bey der Schliessung eintritt und fortdauert, dem entgegengesetzt ist, was auf derselben Seite mit der Trennung der Kette eintritt und fortdauert. Ein Gegensatz, der durch alle Sinne auf das consequenteste durchgeht, und oft in Rücksichten wiederzufinden ist, unter denen man ihn nie vermuthet hätte.

24. Ich fange bey dem rohesten Phänomen, den sogenannten Schlägen, an. Man mache an jeder

Hand einen Finger an der Spitze feucht, und bringe den einen mit der Silberseite, (oder Kupferseite, dem Namen nach gleichviel), den andern mit der Zinkseite einer mäſsig wirkenden Batterie in Verbindung. In beyden Fingern wird man Schläge fühlen, mit dem Unterschiede von scheinbarer Stärke, den ich oben (22) bereits angab. Aber bey genauerer
455] Aufmerksamkeit wird man auſser diesem quantitativen Unterschiede auch noch einen qualitativen bemerken. Der Finger am Zinkdrathe der Batterie wird bey dem Schlieſsungsschlage der Batterie gleichsam wie eingeschnürt, wie umsponnen von auſsen her, oder als würde ihm seine vorige Hülle zu enge, und in diesem Zustande bleibt er, so lange man die Kette geschlossen läſst. Es ist fast die Empfindung, die man in diesem Finger haben würde, wenn er entzündet und davon geschwollen wäre. Der Finger am Silberdrathe der Batterie hingegen wird bey demselben Schlieſsungsschlage vom Berührungspunkte aus gleichsam nach allen Richtungen in geraden Linien schneidend durchdrungen, und so durchdrungen erhalten; ein Gefühl, das Ähnlichkeit mit dem hat, welches man in diesem Finger auf der negativen Seite einer mäſsig geladnen Leidener Flasche beym Entladen derselben mit den nämlichen beyden Fingern haben würde, und welches letztere sich von jenem, zuletzt, nur dadurch unterscheidet, daſs dieses vorübergehend, jenes hingegen bleibend ist. Eben so ist im Grunde das Gefühl in dem Finger, der bey einer solchen Flasche mit der positiven Belegung in Verbindung kömmt, nur das Vorübergehende von dem, was am Zinkdrathe der Batterie fortdauert. Groſse Ähnlichkeit hat die Empfin-

dung des Schlages im Silberfinger bey dem Schliefsen der Kette auch noch mit der bekannten unangenehmen, die oft bey zufälligem Stofsen an den Ellbogen den ganzen Vorderarm schmerzlich durchdringt.

25. Trennt man die Kette des vorigen Ver- [456 suchs, so hören, wenn die Stärke der Batterie oder die Empfindlichkeit des Beobachters es anders zu einer deutlichen Sprache kommen läfst, die Wirkungen, die mit der Schliefsung der Kette und während derselben in beyden Fingern Statt haben, nicht blofs auf, sondern wechseln bestimmt mit andern, ihnen entgegengesetzten, d. i. es widerfährt jetzt genau dem Zinkfinger das, was vorhin dem Silberfinger widerfuhr, und so auch geschieht diesem jetzt, was vorhin jenem geschah. Um diese Gleichheit aufs höchste zu bringen, darf man nur, um das, was, 22 zu Folge, wenn Schliefsung und Trennung beydes mit demselben Finger geschähe, entstehen könnte, zu vermeiden, die Trennung, wenn man die Schliefsung vorhin mit dem Zinkfinger vornahm, jetzt mit dem Silberfinger, oder wenn sie vorhin mit dem Silberfinger geschah, jetzt mit dem Zinkfinger vornehmen. Dafs aber von diesem Wechsel des Orts der Trennung, der reguläre Wechsel der Wirkung selbst nicht bestimmt werde, davon kann man sich leicht dadurch überzeugen, dafs dieselbe Gleichheit im Wechsel, die vorhin, als mit den Fingern geschlossen und getrennt wurde, Statt hatte, im Grunde noch vollkommner, fortdauert, wenn man vermittelst Glas u. s. w. an jedem der vorhin berührenden Finger ein Stück Eisendrath anbringt, und mit den Enden dieser Dräthe trennt und schliefst. Hier fällt alles Beträchtlichere von Einflufs des Orts der Schliefsung und Trennung weg, und es

457] bleibt nun für den Erfolg, von dem hier die Rede ist, so gut wie völlig gleichgültig, wo beyde geschehen; — ein Umstand, der nicht bloſs für diesen Fall, sondern für jeden, wo sonst der Ort der Schlieſsung und Trennung von Einfluſs war, von Gültigkeit ist.

26. Auch in den Empfindungen, welche durch die Schläge hervorgebracht werden, die von der Schlieſsung, als solcher, wenn sie mit einem sensibeln Organe vorgenommen wird, herrühren; auch in diesen ist Gegensatz. Es ist hinlänglich, nur Eines Beyspiels zu gedenken. Man schlieſse eine Kette mit der Zunge, indem man sie, während die eine Hand mit dem Silberdrathe in Verbindung ist, an den Zinkdrath der Batterie bringt. Die Zunge bekommt hierbey, wie aus 22 bekannt ist, einen starken Schlag, ganz verschieden von denen, die contractile Organe, wie Finger u. s. w., erleiden, wo und wie auch die Schlieſsung geschehe. Es bleibt auf der Zunge ein schmerzlicher Eindruck zurück, als ob von dem Schlage, an dem Orte, wo er sie traf, gleichsam eine Beule auf ihr entstanden wäre. Hat man die Hand mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung gebracht, und schlieſst darauf mit der Zunge auf der Silberseite auf die erwähnte Weise, so bleibt nach dem weit unangenehmern und überhaupt ganz anders gearteten Schlage, den die Zunge bekommt, ganz die Empfindung zurück, als ob ein Loch in die Zunge geschlagen wäre. Daſs nicht etwa von möglichen
Trennungsschlägen, die, nach 23. die entgegen-
458] gesetzten von denen bey der Schlieſsung seyn
würden, etwas von dem durch sie begründeten Eindrucke sich mit jenem erstern vermische, und so das

Resultat zweydeutig mache, verhindert man sehr leicht dadurch, dafs man, im Falle die Schliefsung mit Zink, Zunge geschah, die Trennung mit Finger, Silber vornimmt; und so umgekehrt nach dem Schliessen mit Silber, Zunge, mit Finger, Zink trennt. Wirklich erhält die Zunge, wenn mit ihr die Trennung geschieht, ebenfalls Schläge, nur dafs sie schwächer, übrigens aber, bey gleich bleibender Seite, die entgegengesetzten von denen sind, die bey der Schliefsung dieser Seite zukommen. Man erhält diese Schläge mit ihren Eindrücken, ohne Vermischung mit jenen, auf dieselbe, nur umgekehrte Weise, wie man jene rein von diesen erhält.

27. Ein anderer Gegensatz im Gefühle ist der von Wärme und Kälte. Es war schon bey der einfachen Kette nichts Neues, dafs, wenn man Zink auf der Zunge und Silber am Zahnfleische u. s. w. mit einander in Berührung brachte, sich auf der Zunge ein sehr deutliches Gefühl von Wärme, bey Silber auf derselben aber von Kälte, entwickelte; ja ich erinnere mich, bey hoher Erregbarkeit und Achtsamkeit sogar das Wärmegefühl bey Zink, Zunge...., mit der Trennung der Kette recht deutlich in ein Gefühl von Kälte, so wie das Kältegefühl bey Silber, Zunge...., bey der Trennung in ein Gefühl von Wärme übergehn bemerkt zu haben. Doch ist das Gelingen dieser Versuche an Bedingungen gebunden, die nicht immer zu erfüllen sind; bey der Anwendung [459 ganzer Batterieen aber fallen diese Einschränkungen weg. Wenn man hier die Zunge mit der Zinkseite der Batterie in Verbindung setzt, und darauf mit irgend einem andern Theile des Körpers die Kette schliefst, wird man neben dem hier ohne Schlag

von der Art, wie die in 26 gedachten, eintretenden, starken sauren Geschmack, zugleich ganz bestimmt ein sich über die Zunge vom Berührungspunkte mit dem Zinke aus verbreitendes, immer deutlicher werdendes Gefühl von Wärme wahrnehmen, das so lange fortdauert, als die Kette geschlossen bleibt, und bey der Trennung, besonders wenn die Schliefsung vorher einige Zeit gedauert hatte, noch vielleicht deutlicher und leichter wahrnehmbar, in das entgegengesetzte der Kälte übergeht, wo es ist, als ob jemand gegen diese Stelle der Zunge kalt bliese. Ist die Zunge mit der Silberseite der Batterie in Berührung, so tritt mit der Schliefsung ein über dieselbe hinaus anhaltendes Gefühl von Kälte ein, das mit der Trennung eben so deutlich in das entgegengesetzte nur kurze Zeit anhaltende der Wärme übergeht. Man darf den Versuch nur einige Mal mit Aufmerksamkeit anstellen, und es ist leicht, alles auf die angegebene Weise wiederzufinden. Auch an den Fingern kann man diese Empfindungen recht bestimmt haben, wenn sie recht feucht sind, und man zur Berührung mit den beyden Dräthen der Batterie, die nervenreichern Stellen derselben ganz nahe an und unter den 460] Nägeln anwendet. Bey der Schliefsung wird allemal die Zinkseite die warme, und die Silberseite die kalte, bey der Trennung hingegen die Silberseite die warme, und die Zinkseite die kalte seyn. Ins Grofse gehend und durch den ganzen Arm kann man diese Empfindungen haben, wenn entweder diese Batterie selbst so stark wirkt, dafs sie Schläge bis in die Schultern giebt, oder man ihr sonst durch künstliche Mittel, von denen in der Folge erst die Rede seyn kann, zu Hülfe kömmt, und

die Kette längere Zeit geschlossen bleibt, während dessen jene Gefühle an Wahrnehmbarkeit und Bestimmtheit zunehmen *). In einem Versuche, wo ich über eine halbe Stunde in der Kette einer Batterie von solcher starken Wirksamkeit blieb, war es oft, als ob gegen den mit der Silber - (Kupfer-) seite der Batterie verbundenen Arm ein starker kalter Wind wehete, während der Zinkarm sich in voller Wärme befand.

28. Ich habe bereits in meinem Beweise u. s. w., §. 17. S. 96. u. f., einen Versuch beschrieben, der eine sehr merkwürdige Einwirkung des Galvanismus der einfachen Kette auf das Organ des Geruchs, die Nase, betrifft. Ich liefs es damals dahin gestellt seyn, ob diese dabey blofs als Organ des Gemeingefühls, oder wirklich zugleich als Geruchsorgan, afficirt werde. Versuche mit der Batterie haben mich indessen bewogen, wirklich für das letztere zu entscheiden. Ich bringe dazu zwey an den Enden gehörig ab- [461 gerundete starke Eisendräthe in die beyden Öffnungen der Nase bis zu einer beträchtlichen Höhe hinauf, und verbinde darauf den einen mit dem Zink-, den andern mit dem Silberende der Batterie. Doch habe ich nie über 20 Lagen Zink und Kupfer hierzu verbinden können, da der Schlag bey der Schliefsung aufserordentlich heftig und beschwerlich ausfällt. Auf der Zinkseite beginnt ein sehr heftiger drückender Schmerz, auf der Silberseite hingegen ein aufs un-

*) Vergl. in Hinsicht des Kältegefühls auch Herrn Pfaff [460 in den Annalen, B. VII. S. 253.

ausstehlichste stechender und schneidender, ganz analog allen Empfindungen dieser Art, welches das dem Versuche unterworfene Organ auch sey. Zugleich aber entsteht in der Nase ein heftiger Drang zum Niesen und zwar keinesweges eben auf beyden Seiten, sondern ausdrücklich nur auf der Silberseite, oder in der Nasenhöhle, die mit dem Silberdrathe der Batterie in Verbindung steht. Auf der Zinkseite kann man eben so deutlich aufser dem das Gemeingefühl angehenden Schmerze eine Modification der Nase als Organ des Geruchs wahrnehmen, diese aber ist keineswegs so niesenerregend wie jene, sondern geht vielmehr auf das gerade Gegentheil von jenem aus. Man kann sich davon überzeugen, wenn man den Versuch so wiederholt, dafs nur die eine Nasenöffnung mit der Batterie in Verbindung steht, während die andere Berührung mit einer von beyden Händen z. B. geschieht. Hat man hier mit der Nase die Silberseite der Batterie in Verbindung gesetzt,
462] so entsteht während des Geschlossenbleibens jener, grofser Drang zum Niesen, und dieses würde wirklich erfolgen, hielte man mit dem Versuche auf diese Art noch länger an. Man bringe jetzt mit dem in der Nase befindlichen Drathe schnell die Zinkseite der Batterie in Verbindung, indem man mit der Hand.... die Silberseite berührt. Die Disposition der Nase zum Niesen wird allmälig aufgehoben, und so ganz wieder aus ihr entfernt, dafs kein Gedanke daran mehr zurückbleibt, und doch ist während dessen die Nase der Einwirkung der Batterie so gut ausgesetzt, wie vorhin. — Es ist keinem Zweifel ausgesetzt, dafs diese beyden sich entgegengesetzten Einflüfse des Galvanismus auf die Nase für diese als Geruchsor-

gan ganz dasselbe sind, was der alkalische und saure Geschmack für die Zunge ist. (Vergl. meinen Beweis u. s. w., §. 17. S. 98.) — Ich habe mich bemüht, Vergleichungen für jene beyden Empfindungen in der Nase festzusetzen, aber vor der Hand nur für die, welche von der Silberseite der Batterie aus bewirkt werden, einige Aehnlichkeit mit der ausfinden können, welche der Geruch des Ammoniak in der Nase erregt. — Übrigens kann man das bekannte Wechseln beyder Gefühle bey der Trennung auch in diesen Versuchen bey einiger Aufmerksamkeit deutlich genug bemerken, nur daſs sie sich gewöhnlich wieder zu früh verwischen, um von bedeutenden Folgen zu seyn.

29. In Rücksicht des Einfluſses des Galvanismus einfacher Ketten auf das Organ des Gehörs, als
463] solches, hat bis dahin bloſs Fowler*) etwas von Bedeutung bemerkt. Ich selbst empfand bey Schlieſsung einer Kette aus Zink und Reiſsbley, welche ich in die Gehörgänge gebracht hatte, (s. Beweis u. s. w., S. 99.) auſser dem, was Affection des überall verbreiteten Gemeingefühls war, bloſs einen mäſsigen Druck durch den Kopf. Bey der Batterie aber wird eine beträchtliche Wirkung auf das Ohr als solches sehr leicht zu bemerken. Man weiſs, was Volta,

*) S. dessen *Exper. and observ. relative to the* [463
influence lately discovered by M. Galvani, London 1794. und Monro's und Fowler's Abhandl. über thierische Electricität, Leipzig 1796. S. 115.

(Annalen, B. VI. S. 345.) bereits beobachtete. Bey schicklicher Armirung beyder Gehörgänge ging ihm ein Schlag durch den Kopf mit krachendem und brausendem Geräusche. Ich brachte den Kopf eines starken Messingdrathes in das eine Ohr, verband diesen Drath mit der Zinkseite der Batterie, und schloſs dann mit einem Finger auf der Silberseite. In diesem Augenblicke erhielt die Seite des Kopfs, deren Ohr armirt war, einen heftigen, sehr empfindlichen Schlag, und ich vernahm zu gleicher Zeit einen sehr hörbaren Schall, ganz dem gleich, den man bey jedem Schlingen zu bemerken pflegt, nur daſs er nach Verhältniſs bald schwächer, bald stärker ist, als dieser. Bey der Verbindung der Silberseite der Batterie mit diesem Ohre und Schlieſsung durch die Hand auf der Zinkseite habe ich denselben Schall, nur unter übrigens glei-
464] chen Umständen, gewöhnlich beträchtlich stärker, als im vorigen Versuche empfunden. Auch ist die schmerzliche und fast peinliche Empfindung im Ohre hier eine ganz andere als vorhin, nur daſs es schwer ist, detaillirte Beschreibungen davon zu geben, weshalb ich jeden, der das Nähere wissen will, um die eigne Anstellung des Versuchs ersuchen würde, die überdies, die Genauigkeit abgerechnet, leicht genug ist. Bey Zink, Ohr ist es mehr, als ob sich etwas auf dieser Seite vor den Kopf legte; bey Silber, Ohr hingegen dringt es geradezu hinein in schneidenden, nach allen Richtungen gehenden Strahlen. Man merkt es recht deutlich, wie an dem Orte dieser Vorgänge und durch sie der Schall construirt wird. Während des Geschlossenseyns ist diese Seite des Kopfs wie eingenommen, doch in jedem Falle auf deutlich andere Art; und mit der Trennung wechselt das vor-

handene schmerzliche Gefühl mit dem schwächern ihm entgegengesetzten. — In diesem wie in dem vorigen Versuche konnte ich Schläge von Batterieen aus 100 Lagen Zink und Kupfer aushalten, aber bey weitem so weit war es mir nicht möglich es zu bringen, wenn ich beyde Gehörgänge gleichförmig armirte. Bey der Verbindung von 10, 15 bis 20 Plattenpaaren zur Kette hatte ich auf beyden Seiten des Kopfs starke mit Schall begleitete Schläge. Auch hier war der auf der Silberseite bey weitem der stärkste, aber jeder von ihnen so stark und stärker, als in den Versuchen, wo ich nur Ein Ohr in Ketten von 100 Plattenpaaren [465 brachte. Nirgends tritt die Verschiedenheit der den Schall bestimmenden Modificationen im Kopfe so deutlich hervor, als hier. Bey der Verbindung von 40 Plattenpaaren zur Kette wurde ich durch den Schlag bey der Schliefsung für die ersten Augenblicke so betäubt, dafs ich nichts von Schall hörte, und erst einige Zeit darauf fühlte ich ein ungemeines Eingenommenseyn des Kopfs von allen Seiten, das bey der Trennung der Kette, die ich wegen der fürchterlichen, in den Ohren, besonders auf der Silberseite, anhaltenden Schmerzen nicht lange verschieben konnte, wieder aufhörte, und dessen plötzlicher Abtritt mit einem ähnlichen kleinen Schalle verbunden war, wie in kleinern Ketten sein Eintritt. Merkwürdig wäre es, wenn diese Betäubung nichts wäre, als das Zusammenfliefsen der beyden Modificationen, die, der klaren Bemerkung zu Folge, bey einer schwächern Batteriewirkung noch zu schwach sind, um einander zu erreichen, und ich so vielleicht darum keinen Schall vernommen hätte, weil die beyden Ursachen, die vorhin einzeln wirkten, sich jetzt aufhöben wie + und —. Doch können das

erst fernere genaue Versuche bestätigen oder widerlegen.*) Noch bemerke ich, daſs man in den ersten
466] Versuchen dieses §. den Schall im Kopfe schon vernimmt, wenn auch der Drath gar nicht mit dem Innern des Gehörganges selbst in unmittelbarer Verbindung steht, sondern bloſs mit dem Ohrläppchen verbunden ist, und gewiſs geschieht es auch noch bey Verbindung mehrerer anderer Theile des Kopfs mit der Batterie. Was bey Armirung beyder Ohrläppchen vorgeht, habe ich vergessen zu untersuchen, und eben im Augenblicke habe ich keine Batterie stehen. — Alle in diesem §. erzählten Versuche sind auſserdem noch mit starken Licht- und Geschmackserscheinungen begleitet, und das Nähere derselben entspricht dem, was man aus dem früher Erzählten bestimmen könnte, völlig. — Übrigens habe ich Gründe, zu glauben, daſs öftere Schläge durch den Kopf, von der Art, wie sie bisher vorkamen, für den Experimentator selbst von einer sehr nachtheiligen Wirkung sind; wenigstens kann ich mich nicht entschlieſsen, die zur nähern Bestimmung der vor Kurzem erwähnten vielleichtigen

465] *) Ganz unabhängig von allen übrigen schallerzeugenden Ursachen in diesen Versuchen ist das lärmende Brausen, das man gewöhnlich in dem Ohre, das mit der Silberseite der Batterie verbunden ist, hört. Der Drath in diesem Ohre erzeugt nämlich aus der Feuchtigkeit in dessen Gehörgange Wasserstoffgas, dessen Entbindung dieses Geräusch hervorbringt. Die Dräthe auf der Zinkseite waren in allen Versuchen oxydirbarer Natur, daher oxydirten sie sich, und die Gaserzeugung und damit alles davon herrührende Geräusch, blieb weg.

Aufhebung beyder schallerzeugenden Modificationen im Kopfe nöthigen Versuche sobald anzustellen.

30. Bereits in 20 war weitläuftig die Rede [467 von dem, was der Galvanismus unsrer Batterie im Auge als Lichtorgan bewirkte. Alles dort Angegebene hat die Folge nur immer mehr bestätigt. Die Farbenerscheinungen kann man bey starken Batterieen nach und nach so weit treiben, daſs gar nicht mehr von röthlich und bläulich die Rede ist, sondern auf der einen Seite das tiefste sich ins Violett ziehende Blau, auf der andern das höchste ans Purpur gränzende Roth zum Vorscheine kommt. Diese Farben, auf weiſses Papier statt auf die Glasröhren des Apparats gesehen, tingiren gleichsam dasselbe und auf die nämliche Weise, wie sonst die Glasröhren. Läſst man die blaue auf röthliches Papier fallen, so sieht man, wenn man gerade die rechte Röthe des Papiers getroffen hat, dieses weder blau noch roth, sondern fast ganz ohne Farben, und eben so farbenlos erscheint das Papier, das im rechten Grade bläulich ist, und auf das man die rothe fallen läſst. Indeſs ist zum Gewahrwerden dieser Farben eben nicht durchaus ein Gegenstand, an dem sie deutlich würden, nothwendig. Man kann das Auge geradezu gegen die freye Luft wenden, und dennoch wird man beyde Farben unter denselben Umständen und zu denselben Zeiten haben, unter und zu welchen man sie dort hatte. In jedem Falle bemerkt man hierbey, wie das Auge selbst der Mittelpunkt der Erscheinung ist. Das Blau- und Rotherscheinen der Gegenstände in allen diesen Versuchen scheint also fast auf dieselbe Art zu Stande zu kommen, wie etwa [468 irgend ein ungefärbter Körper so oder anders aussieht nachdem man ihn durch ein so oder anders gefärbtes

Glas ansieht, (vergl. Gentil in Gren's *Journal der Physik*, B. VI. S. 170); auch erscheint der Gegenstand um so gefärbter, je näher er dem Auge ist. Uebrigens werden alle diese und in 20 erzählte Phänomene um so intensiver, je gröfser die Batterie, die man dazu anwendet, ist; indefs finden sie sich auch bey recht kleinen noch deutlich genug ein, ja, wenn ich Zeit und Umstände gehörig abwarte, erhalte ich sie, nachdem ich durch die gröfsern Erscheinungen auf die kleinern aufmerksam gemacht bin, selbst bey einem einzigen Paar Zink und Silber, womit ich die Lichtversuche auf die längst bekannte Weise anstelle; nur ist freylich hier nach Verhältnifs alles sehr schwach, und die bey ganzen Batterieen nach der Trennung eintretenden, den während der Schliefsung vorhandenen entgegengesetzten, Licht- und Farbenzustände, fallen, als schwächere überhaupt, hier gewöhnlich, aber doch wirklich in günstigen Augenblicken nicht immer, ganz weg.

31. Sie wissen aus den oben in 20 erzählten Versuchen, dafs dem durch Galvanismus erzeugten *Blau* im Auge ein *erhöhter* Lichtzustand, eine Vermehrung der im Auge zu jeder Zeit und auch am dunkelsten Orte vorhandnen Lichtmasse, und eben so dem auf dieselbe Weise entstandenen *Roth* in ihm ein *verminderter* Lichtzustand, eine Verminderung eben gedachter im Auge beständig vorhandner Licht-
469] masse, correspondire. Dies mufste mich aufmerksam darauf machen, ob letztere Zustände an Gegenständen, die während derselben betrachtet werden, keine andere Veränderung aufser den in 30 bereits erwähnten Phänomenen, kein Heller-, Dunkler-, Deutlicher- oder Minderdeutlichscheinen derselben hervorbrächten.

Ich habe, weil es für eine künftige Theorie des Sehens von Wichtigkeit seyn mag, viel Mühe auf Bestimmungen dieser Art verwendet, und was ich hier mittheile, ist die geringe, aber sichere Frucht einer Menge Versuche, die mich manche Augenentzündung gekostet haben. — Ich fasse einen beliebigen, vom Halbdunkel des Abends nur schwach beleuchteten, mäſsig fernen Gegenstand recht bestimmt in das Auge, das eben in den Versuch eingehen soll. Ich bringe den Knopf des Zinkdraths der Batterie in dasselbe wie gewöhnlich, und schlieſse, indem ich das Auge nicht von dem gewählten Gegenstande verwende, etwa mit einer der Hände, auf der Silberseite die Kette. Ich habe erhöhten Lichtzustand und blaue Farbe; mein Gegenstand scheint umleuchteter, heller, aber auf solche Art, daſs er mit dem Moment der Schlieſsung der Kette gleichsam wie mit einem bläulichen Lichtschleier umhangen wird; seine Umrisse sind nicht mehr so scharf begränzt, wie vorher, und ungeachtet er dem Gesagten gemäſs wirklich in ein helleres Licht gesetzt zu seyn scheint, ist dennoch alles an ihm merklich undeutlicher und verwischter geworden, als es vorher war. So bleibt alles die ganze Zeit durch, während die Kette geschlossen ist. Ich [470 trenne sie; der positive Lichtzustand geht über in den negativen, die blaue Farbe in die rothe; es ist, als würde eine Masse Licht um mein Auge herum und aus der Atmosphäre zwischen diesem und dem betrachteten Gegenstande weggenommen; es wird offenbar finsterer; aber merkwürdig: damit tritt auch der Gegenstand deutlicher hervor; der Lichtschleier, der ihn vorhin verhüllte, wird weggezogen; mit schärfern Umrissen, als selbst vor allem

Versuche, steht er da; kurz: jetzt bey gröſserer Dunkelheit, wie's scheint, ist dennoch alles deutlicher an ihm. Ich stelle darauf den Versuch in umgekehrter Ordnung an. Alles zeigt sich wieder, nur natürlich gleichfalls in derselben umgekehrten Ordnung, so daſs ich nicht nöthig habe, es weiter zu wiederholen. Die Gegenstände, mit denen ich diese Versuche ungezählte Mal wieder von neuem angestellt habe, habe ich auf das mannigfaltigste gewechselt, aber nachdem ich mit dem Versuche einmal ins Reine war, ist der Erfolg beständig derselbe gewesen. Der Schein von stärkerer Beleuchtung im Plus-, und von schwächerer im Minusfalle, verleitete mich bey den ersten flüchtigern Versuchen dieser Art, wo ich um das Complicirte ihres Erfolgs noch nicht wuſste, eine Zeitlang zu dem Irrthume, diese Erscheinungen selbst für Grade von Mehr- und Minderverdeutlichung des beobachteten Gegenstandes, die mit dem Scheine von Beleuchtung selbst im geraden Verhältnisse stün-
471] den, anzunehmen; die Schwierigkeit indeſs, mich ganz darein zu finden, bewog mich bald zu weitern und genauern Versuchen, mit deren Resultaten ich besser zufrieden seyn durfte, und die einstimmig auf den Satz leiten: daſs, je mehr Licht im Auge an sich schon vorhanden ist, desto unfähiger, je weniger hingegen, desto fähiger werde es, äuſsere Gegenstände, und deutlich, zu erkennen.

32. Eine zweyte Merkwürdigkeit, die sich mir bey diesen Versuchen zeigte, betrifft die Veränderung in der Gröſse, in der man Gegenstände bey dem durch den Galvanismus der Batterie veränderten Zustande des Auges erblickt. Die genauere Beob-

achtung der Glassäulen des Apparats während der Versuche leitete mich zuerst darauf. Bey jedem Eintritte des *erhöhten* und mit Erscheinung der blauen Farbe begleiteten Lichtzustandes im Auge *zogen sich die Seiten* derselben bis in die Länge von $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll merklich *ein*, so daſs sie die ganze Schlieſsung der Kette über, *zwey nach einwärts gebogene* schwach gekrümmte Linien bildeten, die sich durch kleine Wendungen des Auges dergestalt verschieben lieſsen, daſs bald die eine Seite der Glasstange völlig gerade, und die doppelte Krümmung auf der andern, bald die andere gerade, und die erste die doppelt gekrümmte, bald beyde, die eine nach auſsen, und die andere über das Doppelte nach innen, bald beyde wieder wie zu Anfang, gleich- oder ungleichförmig nach innen gekrümmt waren. Bey dem Eintritte des *verminderten* mit rother Farbe begleiteten Lichtzustandes hingegen *schwollen beyde Seiten* der Glasstange in einer ähnlichen Länge, als in wel- [472
cher sie vorhin einfielen, *auf*, so daſs sie zwey *nach auſsen gekrümmte* Linien bildeten, die ebenfalls durch diese oder jene Wendung des Auges die verschiedensten Stellungen gegen einander und den übrigen unverändert gebliebenen Theil der Glasröhre einnahmen. Sehr beträchtlich zwar sind die Gröſsen nicht, um welche die Seitenlinien der genannten Glasstange in einem Falle nach innen, im andern nach auſsen gekrümmt werden, immer aber doch noch in einem solchen Grade, daſs man sich, einmal aufmerksam darauf gemacht, das Phänomen selbst sehr leicht in seiner ganzen Vollkommenheit wieder vergegenwärtigen kann. Man kann hernach eben so gut jeden andern Körper zum Versuche anwenden, ganze Umkreise wie

einzelne Seitenflächen, und jederzeit wird sich das den Umständen angemessene Resultat sogleich einstellen.

33. So hätte ich also das Versprechen, das ich Ihnen oben in 23 gab, gehalten. *Durch alle Sinne hindurch* finden Sie *Gegensatz* in dem, was der Galvanismus auf sie als solche vermag, und dieser äufsert sich bisweilen auf Weisen, wie vor dem wirklichen Versuche man's nicht vermuthet hätte. Das Ganze giebt ein schönes Resultat: es ist ein Agens vorhanden, für welches kein Theil organischer Körper verschlossen, das selbst für alle wieder offen ist. In ihm und durch dasselbe ist der grofse Zusammenhang des Organismus mit der äufsern Welt möglich und wirklich, der beyden gegenseitig erst Leben und Wahrheit
473] verleiht; ja, diese sind selbst nur die Weise, auf die jener Zusammenhang sich zum eignen Ausdrucke kommt. Er und jene Action sind Eins, und Eins mit dem, wodurch nur überhaupt etwas zusammenhängen mag, das letzte gemeinschaftliche Band alles und jedes mit und zu einander Verbundenen. Aber jede Action als Wechselwirkung ist durch zwey Factoren begründet. Bey der organischer Körper, (oder des sie repräsentirenden Organs,) mit der Aufsenwelt kann ersterer, (oder der innere Theil von ihm,) immer nur den einen von beyden bilden, und verschieden von dem, was ihm von aufsen als anderer entgegensteht, wird auch der Ausgang für ihn, seine eigne Modification, eine andere als die des letztern, die entgegengesetzte seyn müssen von ihr. Und da in dem organischen Körper wie in seiner Aufsenwelt in jedem für sich schon jenes Spiel zwiefacher Factoren und diese selbst Statt haben, in beyden also an sich schon Ein und das Nämliche vorgeht, und nur, (freylich blofs in dieser

Rücksicht,) zufällige Umtauschungen des einen Factors in diesem oder des andern in jenem mit dem andern aus jenem oder dem einen aus diesem, den Conflict construiren, der, neben so vielem andern, auch zu den in diesen Bogen abgehandelten Erscheinungen Anlaſs giebt, also für jedes Organ und dessen specifike Äuſserung der Fälle zwey möglich sind, in deren einem dies, im andern jenes Factoren-Verhältniſs zu Stande kommt: was ist dann deutlicher, als, wie mit allen
474] diesen Verhältnissen auch in die Erscheinungen selbst, zu denen sie den Bestimmungsgrund abgeben, der Gegensatz kommt, den man wirklich darin wiederfindet. Was ich im Vorigen aufzeigen konnte, gehörig als Bruchstück zu einer durchgehenden Darstellung dieses Gegensatzes, war wenig genug; doch erste Linien können es immer seyn zu einer Zeichnung, die die fleiſsige Zukunft ihrer Vollendung näher zu bringen, nicht ermüden möge. Für das Auge als solches ist die Tafel der bis jetzt beobachteten, — zuletzt doch synonymen, — Correspondenzen in meinen Versuchen folgende:

Erster Fall: Zink der Batterie im Auge.

Schlieſsung: Eintritt des positiven Lichtzustandes — Blitz.

Geschlossenseyn: Beharrender positiver Lichtzustand.
Blaue Farbe.
Verkleinerung äuſserer Gegenstände.
Minder deutliches Erkennen derselben.

Trennung: Austritt des positiven Lichtzustandes und Übergang dessel-

ben in den negative — Blitz.

Nach der Trennung: Beharrender negativer Lichtzustand.
Rothe Farbe.
Vergröſserung äuſserer Gegenstände.
Deutlicheres Erkennen derselben.
Allmäliges Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.

Zweyter Fall: Silber, (oder Kupfer) der Batterie im Auge.

Schlieſsung: Eintritt des negativen Lichtzustandes — Blitz.

475] Geschlossenseyn: Beharrender negativer Lichtzustand.
Rothe Farbe.
Vergröſserung äuſserer Gegenstände.
Deutlicheres Erkennen derselben.

Trennung: Austritt des negativen Lichtzustandes und Übergang desselben in den positiven — Blitz.

Nach der Trennung: Beharrender positiver Lichtzustand.
Blaue Farbe.
Verkleinerung äuſserer Gegenstände.

Minder deutliches Erkennen derselben.
Allmäliges Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.

Beyden Fällen gemein: Absolute Subjectivität aller Erscheinungen. —

Aber sicher wird die Tafel für die übrigen Sinne einst nicht minder vollständig seyn, als diese; — denn es ist wahrscheinlich genug, daſs die Zahl der Kategorieen für jeden Sinn dieselbe sey, um eben so leicht die für das Auge angegebenen in die jedesmalige Sprache des andern Sinnes zu übersetzen und — aufzusuchen. Und ist es am Ende wohl noch gar ausgemacht, ob die als Beyspiel vom Auge aufgestellte Tafel wirklich schon die ganze Vollständigkeit erreicht habe, deren sie fähig seyn mag? — Wie viel ist noch zu thun! —

34. Bey Ihnen darf ich es wohl nicht entschuldigen, wenn ich im Verlaufe meiner Erzählung immer nur dessen gedacht habe, was das Organ unmittelbar als dieses oder jenes bestimmte anging, übrigens aber fast alles übergangen habe, was Nebenerscheinung [476 war. So interessant auch alles in seiner Art ist, so weitläufig würde ich bey dessen Herzählung seyn müssen, da die genaue Charakteristik der einzelnen Erscheinungen oft ungemein umständlich ausfallen würde, und noch dazu bisweilen eine solche Menge Einzelnheiten mit einander vorkommen, daſs, wer mehr zu wissen verlangt, als von Andern bereits in dieser Hinsicht bemerkt ist und noch bemerkt werden wird, am besten thut, sich selbst der Versuche mit Geduld und Aufmerksamkeit zu unterziehen, und so nach Allem

bestätigt zu finden, daſs, was es auch sey, das sich ihm darbiete, es doch überall denselben nämlichen Gegensatz behaupte, der aus und für alles Vorige so bekannt ist. Vorzüglich groſs ist die Verwicklung in allen Versuchen, wo das ihnen ausgesetzte Organ einen Theil des Kopfs ausmacht, denn gemeiniglich klingen hier, daſs ich so sage, die Saiten aller übrigen Sinne mit, und machen es so, besonders im Anfange, um so schwerer, einzelne Töne bestimmt und deutlich aus der Masse zu sondern und für die weitere Untersuchung festzuhalten. Was endlich zuletzt Versuche dieser Art auf eine eigne Weise kostbar macht, ist der nachtheilige Einfluſs, den sie auf die Gesundheit des Experimentators haben können. Schon in 29 habe ich etwas davon erwähnt, und die Wichtigkeit, welche die nähere Notiz davon für künftige Experimentatoren über diesen Gegenstand haben muſs, verbindet mich, sie nicht zu übergehen.

477] 35. Es war in der letzten Hälfte des Januars, als ich mich besonders viel mit Versuchen über die Wirkung starker wie schwacher Batterieen auf die verschiednen Sinne abgab. Augenentzündungen nach stärkern stundenlangen Lichtversuchen, geschwächte Empfindlichkeit der Zunge, Schnupfen nach öftern Versuchen in der Nase, Schwindel und Kopfweh nach starken Schlägen durch den Kopf, und das nach jedem etwas anhaltenden Experimentiren an diesem oder jenem der genannten Theile des Kopfs beynahe fast unausbleiblich erfolgende Zahnweh, war mir seit langer Zeit nichts Neues, und, die Augenentzündungen abgerechnet, gemeiniglich fast eben so schnell wieder vergangen, als entstanden. Ich hatte seither dergleichen Versuche nie zu anhaltend fortgesetzt, sondern

häufig mit andern, fremde Dinge betreffenden abgewechselt. Daher mochte es kommen, daſs jene Uebel in den Grenzen blieben, wo ich sie nicht achten zu dürfen glaubte. Eines Tages, (den 2ten Febr.,) hatte ich den ganzen Morgen unausgesetzt mit Versuchen über die in 28 bis 31, vorzüglich aber die in 29 erwähnten Gegenstände, und mit Batterieen, so stark, als ich ihre Wirkung jedesmal ertragen konnte, zugebracht, und beschloſs sie darauf mit einem weitläufigern Versuche, der mich, was ich schon lange gewollt hatte, lehren sollte: welchen Einfluſs eine längere Einwirkung geschloſsner Galvanischer Batterieketten, in denen sich mein Körper ganz als Glied befände, auf mich haben könnte. Ich setzte mich dazu mit einer Zinkkupferbatterie von 100 Lagen, die [478 überdies noch schon seit gestern errichtet war, also schon beträchtlich von ihrer anfänglichen Wirksamkeit verloren hatte, auf eine gute halbe Stunde in Verbindung. Beyde Hände feuchtete ich stark und gleichförmig mit Salzwasser an, faſste in jede ein Stück Eisen von beträchtlicher Oberfläche, (eine Zange mit breiten Griffen), und brachte sie durch diese mit den beyden Enden der Batterie in gehörige Verbindung *).

*) Die Verstärkung der Wirkungsäuſserungen der Batterie, die auf solche Weise zu Stande kommt, und die eigentlich Volta (s. Nicholson's Journal, Vol. IV. p. 180, oder Annalen, B. VI, S. 342) schon empfahl, ob mir gleich, wie Andern mehr, diese Stelle gänzlich entgangen ist, bis ich späterhin, nachdem ich auf Anlaſs eines Ungefährs die Sache selbst ganz für mich entdeckt hatte, jene Abhandlung von neuem durchlas, läſst sich ungemein weit treiben, und ist das

479] Der Schlag, den ich bey der Schliefsung dieser Kette erhielt, und der auf der Kupferseite auffallend
480] angreifender als auf der Zinkseite war, erstreckte

im Grofsen, was bey den frühern Galvanischen Versuchen die weit lebhaftern Contractionen contractiler Muskeln bey grofsen Berührungsflächen derselben mit den sie armirenden Metallen, als bey kleinern oder gar nur bey blofsen Berührungspunkten, längst im Kleinen waren. Sie reducirt sich im Allgemeinen darauf, dafs dasselbe, was Volta (l. c. u. a. a O., S. 544) in Hinsicht des Einflusses der Gröfse der Berührungsflächen zwischen trocknen Leitern und feuchten, und des Wegfallens dieses Einflusses bey Berührung fester mit festen, für die die Batterie selbst construirenden Kettenverbindungen angiebt, auch für die letzte, mit der die Batterie geschlossen wird, gilt. Schon das blofse Berühren der beyden Enden der Batterie vermittelst schwacher Dräthe, mit denen man die Finger verbunden hat, verstärkt, nach meiner und Anderer Erfahrung, den Schlag, den man so zu erhalten hat, beträchtlich; aber so unbedingt ist das doch nicht, — denn wenn ich mit Hülfe irgend einer Vorrichtung die beyden Dräthe mit meinen Händen so verbinde, dafs nur eine ganz kleine Stelle des berührenden Fingers den Drath, oder noch besser blofs die Spitze desselben, und leise berührt, und ich darauf schliefse, so ist von fast gar keiner Verstärkung die Rede. Auch mufs die Armirung des Fingers, der Hand, mit dem Drathe u. s. w. sich, wenn sie viel helfen soll, auf der Seite befinden, auf welcher man schliefsen will; denn auf einer Seite der Batterie mufs man ja doch die Hand mit derselben in Berührung bringen, ehe die andere schliefst, und sie ist also ohnehin immer schon bis zu einem gewissen Grade armirt. Doch hat die Verstärkung durch eine solche Armirung beyder Hände ihre Gränzen. Das Maximum für einen gegebenen Fall ist er-

sich die Arme hindurch bis über die Schulter hinaus, und ich mufste mich anstrengen, um durch [481 Überwältigung der bis zur äufserlichen Sichtbarkeit der

reicht, wenn die feuchte Oberfläche, in der der Finger, die Hand mit dem Drathe, dem Metalle u. s. w. in Verbindung steht, auf der einen Seite von derselben Gröfse ist, wie auf der andern. Überschufs der einen Berührungsfläche über die andere hilft nie etwas. Man setze die Berührungsfläche der einen Hand $=3$, die der andern $=1$; die Wirkung, die hierdurch auf jede Hand möglich wird, verhält sich, der absoluten Gröfse nach gerech- [480 net, nie wie 3, auch nicht wie das Mittel aus 3 und 1, sondern durchaus nur wie 1:1; — und da dasselbe Wirkungsquantum in der ersten Hand $=3$, sich in einen dreymal gröfsern Raum vertheilt, als in der andern Hand $=1$: so wird die Intensität desselben für jeden einzelnen Theil des Fingers $=3$, dreymal schwächer seyn, als in dem $=1$. Durch solche Mifsverhältnisse kann man es sehr leicht dahin bringen, dafs ein Schlag, der bey gleichen Berührungsflächen beyde Hände ziemlich stark erschüttert, auf der Silber- oder Kupferseite der Batterie, wo er gewöhnlich weit stärker zu seyn pflegt, als auf der Zinkseite, durch starke Vergröfserung der Berührungsfläche auf dieser, der Silberseite, endlich für die hier befindliche Hand gänzlich verschwindet, indefs der auf der Zinkseite die vorige Stärke behält, wieder aber mit der vorigen und mehrfachen Stärke zurückkehrt, wenn man, während die Berührungsfläche auf der Silberseite so grofs bleibt, wie man sie eben gemacht hatte, die auf der Zinkseite in demselben Mafse vergröfsert, wo ebenfalls endlich aller bemerkbare Schlag sich verliert, wenn man nun, wie vorhin dort, die Flächenvergröfserung so weit treibt, dafs die Fläche selbst zu der auf der Silberseite in das nämliche Verhältnifs kommt, in welchem einst früher diese zu ihr stand. — Ich kann diesen

Zuckungen mehrerer Armmuskeln gehenden, und die
Arme beym Freylassen derselben auf dieselbe Weise,
wie vom Ganzen abgetrennte contractile thierische Or-
gane in den ältern Galvanischen Versuchen, schleu-
dernden Convulsionen derselben, der Batterie selbst
keinen Schaden zukommen zu lassen. Kurz nach dem
Eintritte in diese Kette empfand ich in dem mit der
Kupferseite der Batterie in Verbindung stehenden Ar-
me und dessen Hand häufig eine merkliche Kälte,
als ob ein kalter Wind sie anwehete, obgleich etwas
Wirkliches dergleichen, wegen der Abwesenheit alles
Luftzugs im Zimmer und der gewöhnlichen Beklei-
dung der Arme von der Hand an, nicht Statt finden
konnte. In der Hand und dem Arme der andern Seite
erzeugte sich allmählig, doch nicht sobald so deutlich,
gerade das Gegentheil von dem Vorigen, d. i., eine
merkliche Wärme, begleitet von einem starken unan-
482] genehmen Jucken durch die ganze Hand. Auch
fand ſich in dem Arme der Kupferseite nach und
nach eine deutliche Steifheit und Abgang an Be-
weglichkeit, und zuletzt merkliche Spannungen

Gegenstand, der für die gesammte Wirkungssphäre des
Galvanismus von einer nicht gemeinen Wichtigkeit ist,
481] für jetzt nicht weiter verfolgen; nur in Rücksicht
der Schlagverstärkung bemerke ich noch, daſs sie, wenn
man in jede der mit heiſsem Salzwasser durchnäſsten Hän-
de eine gehörig aufgefeilte Eisenkugel, von etwa
2 bis 3 Zoll Durchmesser, recht fest faſst, und mit die-
sen Kugeln eine gut gebaute Zink - Kupferbatterie von
100 schlieſst, der Schlag, den man dabey erhält, immer
von der Art ist, daſs Mancher anstehen wird, ihn sich
zum zweyten Male geben zu lassen.

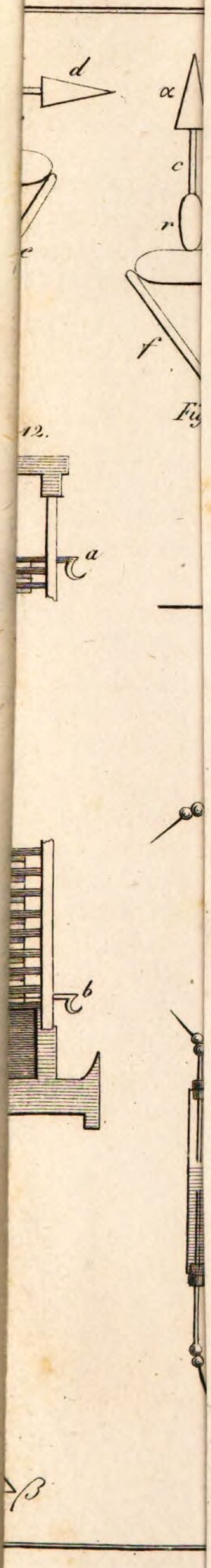
in der Gegend der Schulter ein, von welchem allem der Arm der Zinkseite der Batterie so befreyt blieb, daſs ich vielmehr lieber eine Vergröſserung seiner Beweglichkeit angeben möchte, wäre man nicht berechtigt, in Bestimmungen dieser Art, wozu man sich Zustände seiner selbst von Stunden her dem Grade und der Art nach so genau bewuſst seyn muſs, einiges Miſstrauen zu setzen. Beyde Arme mit ihren Händen waren übrigens die ganze Zeit des Versuchs über in gleicher Lage u. s. w. gewesen. Ich verlieſs nach einer reichlichen Stunde die Batterie, ohne etwas Weiteres als das Erwähnte zu wissen. Aber keine Viertelstunde verging, als ich, ohne die geringste mir bewuſste sonstige Veranlassung dazu, Schmerzen im Unterleibe und einige Zeit darauf wirkliche Diarrhöe bekam, die, (der Versuch geschah noch Vormittag,) den ganzen Nachmittag hindurch anhielt. Eine damit verbundene Mattigkeit und Schläfrigkeit in allen Gliedern nöthigte mich, über Gewohnheit zeitig das Bett zu suchen, und es bis den andern Morgen spät zu hüten *). Auch diesen folgenden Tag dauerte sie, nebst einem widrigen Wüsteseyn im Kopfe, abge-

*) Herr Hofr. Voigt hat ebenfalls, und das zu einer Zeit, da ich, ungeachtet ich mich weit häufiger in der Kette der Batterie befunden hatte, als er, weder etwas Bedeutendes von schädlicher Einwirkung des Galvanismus auf mich gewahr wurde, noch überhaupt etwas dergleichen so nahe glauben wollte, bereits auffallend nachtheilige Folgen für seine Gesundheit daraus verspürt. S. das Nähere darüber in dessen Magazin für das Neueste aus der Naturkunde, B. 2, St. 3, (1801,) S. 558 — 564. [482

483] brochenen Neckereyen in den Zähnen, und einem seit dem vorigen Tage sich, sobald ich mich zurücklehnte oder niederlegte, einfindenden empfindlichen Reize im Halse fort. Ein sehr widriger Zustand allgemeiner Lässigkeit und Mattigkeit machte mich mehrere Tage zu ernstlichen Arbeiten ganz untauglich, und noch jetzt, fast 1½ Wochen darnach, macht mich jede sonst unbedeutende Anstrengung des Körpers wie des Geistes gleich so matt und leidend, daſs ich mich habe entschlieſsen müssen, zu ernstlichen Gegenmitteln meine Zuflucht zu nehmen; nebenbey hat mir das Alles einen solchen Widerwillen gegen alle Versuche mit der Batterie beygebracht, daſs, so sehr sie mich auch vorher von allen Seiten anzogen, ich mich ordentlich angreifen muſs, wenn ich mich ihrer von neuem anzunehmen habe, und selbst die leichte Arbeit, diese Blätter niederzuschreiben, mir Mühe macht. — Ich danke dem Zufalle, der diesen Versuch, zu dem ich anfangs eigentlich einen vollen halben Tag ausgesetzt hatte, und wozu der eben erzählte bloſs als Winke gebende Einleitung dienen sollte, noch früh genug endigte, damit ich ihn zu einer Zeit, da ich ihn
484] und seine Folgen ganz abwarten kann, mit der Genauigkeit und Rücksicht auf alles wiederholen könne, die allein es vollends auſser Zweifel setzen muſs, ob die erzählten Zufälle wirklich den Einfluſs der Galvanischen Batterie zur einzigen oder doch hauptsächlichsten Ursache haben oder nicht. Für jetzt glaube ich noch, daſs nach dem Längerbleiben in der Kette die häufigen Schläge durch den Kopf, die über Beschreibung fatal werden können, das Meiste zu jenen schlimmen Folgen, besonders zu den anhaltendern von ihnen, und zu diesen überhaupt vielleicht noch weit mehr, als jenes, beygetragen haben.

Ich beendige diese Erzählung meiner Versuche über die Wirkungen des Galvanismus auf menschliche Sinnesorgane mit der Überzeugung, daſs ihre Unvollständigkeit Jedem der beste Bewegungsgrund seyn, wird, für ihre fernere Erweiterung die thätigste Sorge zu tragen.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN


d
α
c
r
e
f
a
b
β

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Ritter, Johann Wilhelm, 1776-1810

Physisch-chemische Abhandlungen in chronologischer Folge

Bd.: 1

Leipzig (1806)

Phys.g. 377-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131872-2